IMPERIAL · MYCOLOGICAL
16 JUNE 1938
INSTITUTE

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES
ET
DE PHYTOGÉNÉTIQUE

NOUVELLE SÉRIE. — TOME II. 1936.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DE L'AGRICULTURE

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES
ET
DE PHYTOGÉNÉTIQUE

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION SCIENTIFIQUE DE :

P. MARCHAL, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Zoologie agricole ;
E. SCHRIBAUX, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénétique ;
E. FOEX, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DE LA RÉDACTION :

P. REY, inspecteur général des Stations et Laboratoires de Recherches agronomiques.

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1936

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES PIÉTINS DU BLÉ

AU COURS DE LA CAMPAGNE 1934-1935

par Et. Foëx,

Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale.

Rappelons que l'automne et l'hiver ont été relativement doux et humides. La période météorologique (décembre, janvier, février) n'a cependant totalisé que 190 millimètres d'eau, alors que, d'après M. Sanson, un hiver ne doit être considéré comme pluvieux que si les précipitations atmosphériques dépassent 200 millimètres. Le printemps froid et sec a eu une pluviosité particulièrement faible en mars et en mai.

Dans notre champ d'expériences qui a été ensemencé le 17 octobre 1934, les blés situés en parcelles non infectées ont évolué dans les conditions suivantes : 3 novembre : levés 90 à 98 p. 100, une feuille verte ; le 10 novembre : émission de la deuxième feuille ; le 20 novembre, la deuxième feuille atteint 10 centimètres ; le 3 décembre la troisième feuille dépasse 10 centimètres ; 28 décembre : 3 feuilles, dont la plus ancienne a 12 à 15 centimètres de long ; on compte deux talles.

Au début d'avril, le tallage est aux trois quarts terminé (exactement 74 p. 100) ; fin mai, il est achevé.

Le temps doux et humide qui a régné en automne et en hiver a permis au *Cercosporella herpotrichoides* Fron d'envahir, dès novembre, les blés semés le 17 octobre 1934, dans un terrain où le matériel infectieux (cultures pures) avait été déposé sur les grains. Au début de janvier 1935, le développement pris par le parasite était considérable [1]. Son évolution, à laquelle le froid a imposé à plusieurs reprises un temps d'arrêt, s'est poursuivie pendant la majeure partie de l'hiver. Aussi, le *Cercosporella herpotrichoides* avait-il, dès les premiers jours d'avril, sérieusement affecté de nombreuses plantes. Presque tous les pieds avaient été atteints et 16 à 30 p. 100 d'entre eux avaient été tués. En parcelles infectées les talles étaient quelque peu entravées dans leur développement. Beaucoup de ces talles étaient peu après leur apparition, infectées, sans doute aussi bien par des conidies que par des contaminations provenant du sol. La distinction entre les infections primaires et les secondaires est souvent malaisée. En avril, la proportion des talles attaquées s'élevait à environ 50 p. 100.

Les blés semés le 17 octobre 1934 ont pu être expérimentalement inoculés

[1] Foëx (Et.) — Quelques maladies qui ont attaqué les cultures pendant une période hivernale et humide (*C. R. Académie d'Agriculture*, 6 février 1935).

avec succès le 15 des mois suivants : janvier, février, mars, avril, mai. Seule, l'opération de janvier a abouti à 100 p. 100 d'infection et a eu des effets graves se traduisant par une réduction de récolte atteignant près de 50 p. 100. Les inoculations réalisées de février à avril n'ont fourni que des infections partielles et peu accentuées. La contamination de mai n'a même pas réduit le rendement.

Le *Cercosporella herpotrichoides* a donc réalisé, durant les trois premiers mois de végétation du Blé, une prise de possession de nombreux pieds situés en parcelles contaminées. La plupart des lésions constituées après le mois de janvier, ne paraissent pas revêtir la gravité de celles qui datent des trois ou quatre premiers mois de végétation du Blé.

Le fait que la différence de poids entre Blés indemnes et Blés infectés est plus grande en avril, 64 p. 100, qu'en juillet, 47 p. 100, semble indiquer que, durant cette période, s'est effectuée une amélioration de la situation de cette céréale qui n'a du reste qu'assez rarement versé.

Les conditions, qui ont été réalisées au début de la campagne, ont donc été favorables au *Cercosporella herpotrichoides*, parasite dont l'évolution se poursuit aisément dans un milieu humide et à des températures relativement peu élevées. C'est sans doute à la sécheresse de printemps qu'est dû le fait que les dégâts, qui ont malgré tout été sensibles, n'ont pas atteint la gravité qu'on aurait pu redouter.

L'*Ophiobolus graminis* Sacc. dont les attaques automnales, qui sont généralement limitées à quelques portions de racines, n'exercent alors aucun effet sensible sur la plante, avait dès décembre 1934 et janvier 1935, envahi non seulement le système radiculaire, mais encore la base de la tige de certains blés. Nous n'avions jamais auparavant eu l'occasion de constater à pareille époque une attaque aussi évoluée de l'*Ophiobolus graminis*. D'ailleurs, sur la plupart des pieds, ce parasite était, en janvier 1935, encore cantonné sur les racines. Ainsi qu'il advient souvent, les attaques de ce champignon se sont poursuivies et même amplifiées au cours du printemps et de l'été, presque jusqu'à la récolte. A cette époque (15 juillet) en parcelle infectée, la quasi totalité des blés était attaquée sur les racines, sinon sur les tiges. Les épis étaient échaudés dans la proportion de 20 à 30 p. 100. On voit que la phase d'évolution active s'est déroulée d'octobre à avril dans le cas du *Cercosporella herpotrichoides* et du début du printemps jusqu'à la récolte en ce qui concerne l'*Ophiobolus graminis*.

Le tableau suivant est destiné à établir une comparaison entre les effets du *Cercosporella herpotrichoides* et ceux de l'*Ophiobolus graminis*.

	HAUTEUR.	NOMBRE de PIEDS.	NOMBRE de TALLES.	PIÉTIN.		POIDS TOTAL.	NOMBRE D'ÉPIS.	ÉCHAUDAGE des ÉPIS.	POIDS des ÉPIS.	POIDS des GRAINS.
				NOMBRE de pieds.	NOMBRE de talles.					
Témoin . . .	100	100	100	0	0	100	100	0	100	100
Blé infecté par *Cercosporella herpotrichoïdes*	94	64	56	64	56	53	54	1,46	67	64

	HAUTEUR.	NOMBRE de PIEDS.	NOMBRE de TALLES.	PIÉTIN.		POIDS TOTAL.	NOMBRE D'ÉPIS.	ÉCHAUDAGE des ÉPIS.	POIDS des ÉPIS.	POIDS des GRAINS.
				NOMBRE de pieds.	NOMBRE de talles					
Blé infecté par *Ophiobolus graminis*	100	71	71	71	71	63	97	29	69	48

100 p. 100 des pieds et des talles ont été attaqués dans un cas comme dans l'autre. Ces deux parasites ont déterminé une réduction du nombre des pieds et des talles. Celle-ci a d'ailleurs été plus accusée sous l'action du *Cercosporella* que sous celle de l'*Ophiobolus*.

Le poids total a été abaissé de 47 p. 100 sous l'action du *Cercosporella herpotrichoides* et de 37 p. 100 sous les coups de l'*Ophiobolus graminis*. Mais l'échaudage provoqué par ce parasite-ci a réduit le poids de l'épi et fait tomber celui des grains au-dessous du point où l'a fait descendre le *Cercosporella herpotrichoides*.

Toutefois, la grêle qui s'est abattue le 26 juin 1935 a brisé et désarticulé beaucoup d'épis. Elle a ainsi introduit une grande irrégularité dans le rendement des grains. Aussi avons-nous été amenés à faire porter la comparaison non seulement sur le poids des grains, mais sur celui de la plante entière, épis compris.

Nos essais comportaient 300 parcelles d'un mètre carré chacune.

Nous avons dû nous contenter d'opérer sur cette faible surface et cela pour les raisons suivantes :

1° Nous ne pouvons réaliser d'infection que sur le terrain mis à la disposition de notre service; 2° le matériel infectieux (cultures pures) destiné à assurer la contamination de ces parcelles est déjà très volumineux; 3° l'observation et l'examen de la plante avant et après récolte représentent un travail considérable. Nous avons dépensé plus de trois mois à l'étude des échantillons qui ont été recueillis le 15 juillet.

Somme toute, mieux vaut, à notre avis, un examen précis portant sur une faible surface que des observations plus sommaires faites sur des espaces étendus.

Essais de traitement de la semence.

A la suite des publications de M. G. Fron [1,2] nous avons été amenés à tenter de nous rendre compte de l'action qu'un certain nombre de produits chimiques, dont plusieurs sont couramment employés contre la Carie, peuvent exercer contre les infections par le *Cercosporella herpotrichoides* et l'*Ophiobolus graminis*.

[1] Fron (G.). — Nouveaux essais de lutte contre la maladie du Piétin du Blé (*C. R. Académie d'Agriculture*, t. XX, p. 644-650, novembre 1934).

[2] Fron (G.). — Observations au cours de la campagne 1935 sur le développement de la maladie du Piétin du Blé (*C. R. Académie d'Agriculture*, t. XXI, p. 922-925, 16 octobre 1935).

Nous savions déjà, il est vrai, que ceux qu'on oppose couramment à la Carie ne se montrent pas très efficaces contre les maladies du pied. Mais, néanmoins, nous tenions à préciser leur action et à la mettre en parallèle avec celle du sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine, préconisé par M. Fron.

Nous[1] avons fait usage des produits suivants :

Formol à 35 p. 100; 0,28 p. 100 en volume	20 minutes
Bouillie bordelaise neutre à 2 p. 100 de sulfate de cuivre et caséinée	1 heure.
Chlorure cuivreux en poudre à 0,2 p. 100 du poids de la semence	//
Sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine en solution à 1 p. 100	15 minutes.
Sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine en poudre à 0,2 p. 100 du poids de semence	//

Rappelons que le semis a eu lieu le 17 octobre 1934. L'évolution a été celle que nous avons indiquée plus haut. La levée s'est effectuée dans des conditions satisfaisantes dans le cas de tous les traitements sauf un (solution de sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine à 1 p. 100) au sujet duquel nous avons fait les constatations suivantes :

	3 novembre 1934.		10 novembre 1934.		3 décembre 1934.	
Non traité et non infecté.	91 levées. Une feuille bien développée.	100	Sortie de la 1re feuille.	100	La 3e feuille atteint 10 à 15 cm.	100
Non traité; infecté par le *C. herpotrichoides.*	84 levées.	93				
Traité par le sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine à 1 p. 100 non inf.	35 levées; la gemmule pointe à peine; gros retard sur les témoins.	38	52 plantes, sortie de la 2e feuille.	56	55 plantes, sortie de la 3e feuille verte sur quelques pieds.	60
Traité par le sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine; infecté par le *C. herpotrichoides.*	23 levées. Levée très irrégulière.	25	40 plantes.	43	40 plantes. Sortie de la 3e feuille sur quelques pieds.	43

Alors qu'au 3 novembre, on comptait dans le témoin 91 p. 100 de levée, on n'en enregistrait que 35 dans les parcelles traitées par ce produit, et 23 dans

[1] L'exécution des traitements et les observations sur leurs effets lors de la levée ont été effectuées avec le précieux et dévoué concours de M. Lansade, chef de travaux, auquel nous tenons à exprimer ici nos remerciements.

celles qui avaient en outre subi l'infection par le *Cercosporella herpotrichoides*. Au 3 décembre, les chiffres respectifs étaient : 91, 55 et 40.

Au 3 novembre, l'infection avait réduit le nombre des pieds de 7 p. 100 dans les parcelles ensemencées en grains non traités, et de 13 p. 100 dans celles qui avaient reçu des grains ayant subi l'immersion dans la solution à 1 p. 100 de sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine. Le traitement n'a donc pas protégé ces plantes contre l'infection.

En présence de ces germinations défectueuses, dont témoignent les figures ci-jointes (fig. 1 et 2), nous avons entrepris des essais complémentaires avec des solutions à différents titres. Des semis effectués le 9 novembre nous ont permis de compter le 29 décembre :

Semis le 9 novembre. Examen le 29 décembre 1934.	TRAITEMENT le 8 au soir. SEMIS le 9 au matin,	TRAITEMENT ET SEMIS en suivant immédiatement le 9 après-midi.
Témoin	84	79
Traitement dans une solution à 1 p. 100 de sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine	37	28
Traitement dans une solution à 5 p. mille de sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine	39	34
Traitement dans une solution à 1 p. mille de sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine	86	74

Des essais en terrine n'ont apporté aucune précision de plus. De ce que nous avons constaté, nous pouvons conclure qu'il est imprudent de dépasser une concentration de 1 p. 1.000. Même à ce titre, le sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine a affecté parfois l'énergie et la faculté germinative dans une mesure variable suivant l'état des grains, la nature du sol et sans doute la température.

La récolte du champ d'expériences a été faite le 15 juillet.

	INFECTION EXPERIMENTALE.					
	CERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES.			*OPHIOBOLUS GRAMINIS.*		
	Non infecté.	Infecté.	Différence.	Non infecté.	Infecté.	Différence.
Série 1. *Traitement par le formol.*						
Non traité	94	53	41	118	74	44
Traité	96	69	27	98	77	21
Différence	+ 2	+ 16		— 20	+ 3	

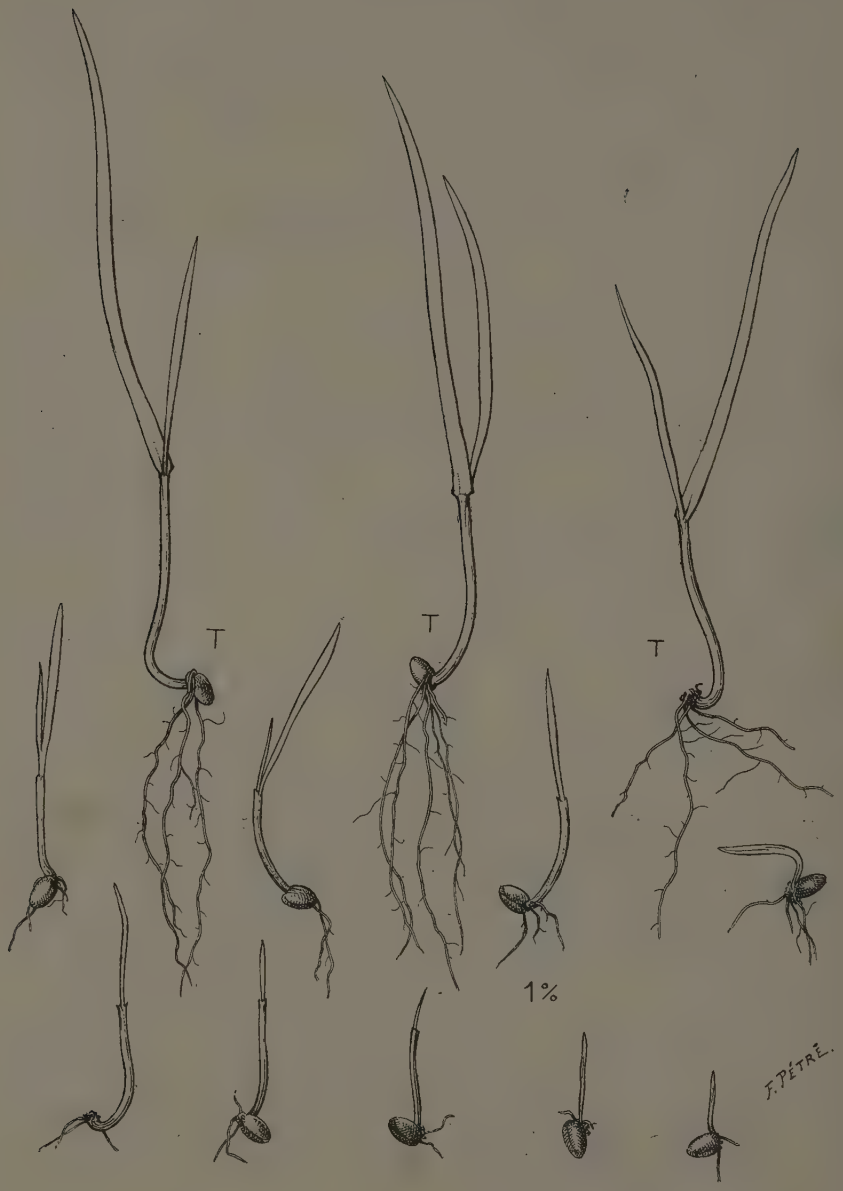


Fig. 1 : Blé «Inversal» semé le 17 octobre 1934. Échantillons prélevés le 20 novembre 1935. Les trois plantes désignées par T proviennent de grains non traités. Les autres sont issues de grains qui ont été traités par le sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine à 1 p. 100.

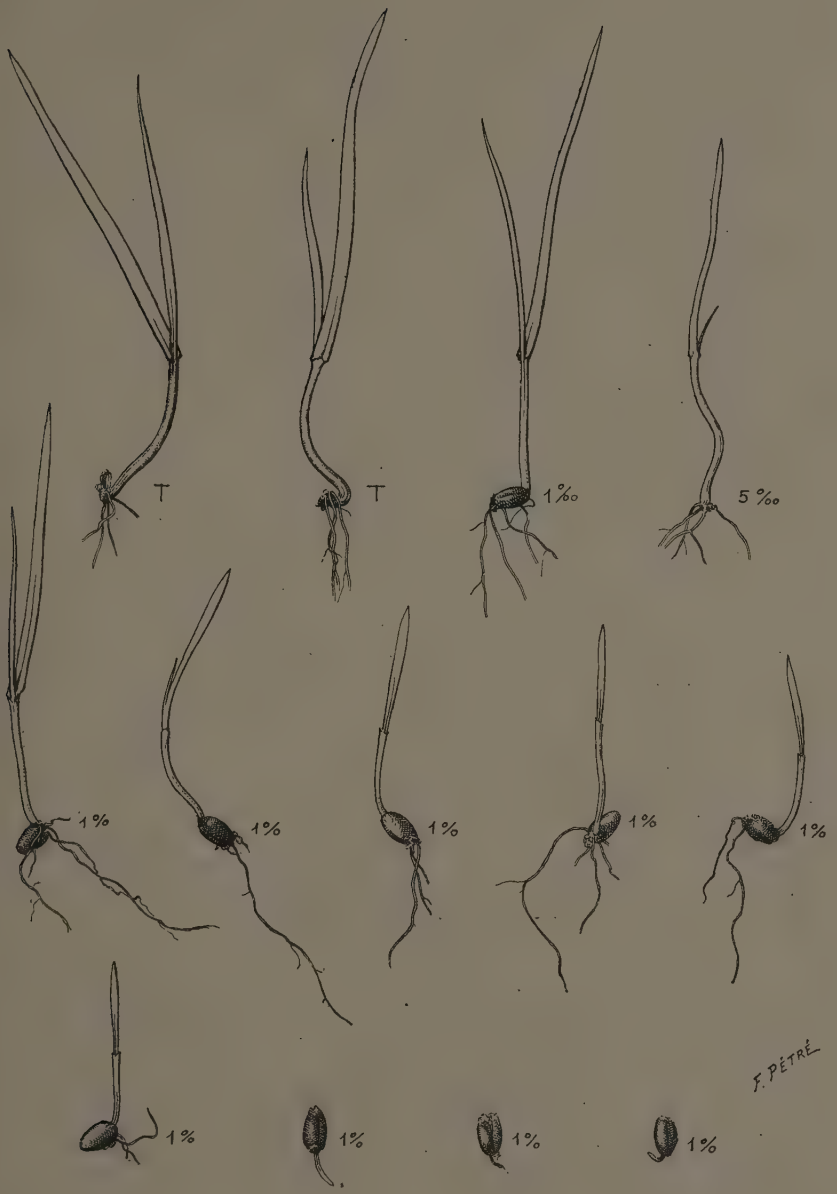


Fig. 2 : Blé « Inversal » semé le 9 novembre 1934. Échantillons prélevés le 29 décembre 1934. Les plantes désignées par T sont nées de grains qui n'ont pas subi de traitement. Les autres plantes sont issues de grains qui ont été traités par le sulfate-neutre ortho-oxyquinoléine en solutions diversement concentrées (1 p. 1.000, 5 p. 1.000, 1 p. 100).

	INFECTION EXPÉRIMENTALE.					
	CERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES.			*OPHIOBOLUS GRAMINIS.*		
	Non infecté.	Infecté.	Différence.	Non infecté.	Infecté.	Différence.
Série 2. *Traitement par la bouillie bordelaise.*						
Non traité	115	65	50	103	40	63
Traité	111	50	61	111	74	37
Différence	— 4	— 15		+ 8	+ 34	
Série 3. *Traitement par le chlorure cuivreux.*						
Non traité	130	53	77	103	59	44
Traité	96	42	54	109	66	43
Différence	— 34	— 11		+ 6	+ 7	
Série 4. *Traitement par le sulfate de quinoléine liquide.*						
Non traité	80	65	15	111	51	60
Traité	42	30	12	74	33	41
Différence	— 38	— 35		— 37	— 18	
Série 5. *Traitement par le sulfate de quinoléine en poudre.*						
Non traité	146	57	89	111	103	8
Traité	96	53	43	107	81	26
Différence	— 50	— 4		— 4	— 22	

Remarque. — Le pourcentage a été établi par rapport à la moyenne des témoins.

I. *Blés non soumis à l'infection :*

1° Aucune action déprimante, aucune diminution de rendement : *a.* formol (cas des grains semés peu après le traitement) ; *b.* bouillie bordelaise ;

2° Faible diminution du rendement : *a.* sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine en poudre ; *b.* formol (cas des grains semés plus de six heures après le traitement) ;

3° Action déprimante sur la végétation, notable réduction du rendement : sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine en solution à 1 p. 100.

Résultats contradictoires : chlorure cuivreux.

II. *Blés soumis à l'infection par le Cercosporella herpotrichoides :*

1° Faible réduction de l'intensité d'infection; légère amélioration du rendement : formol;

2° Faible réduction de l'intensité d'infection sans amélioration du rendement : sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine en poudre;

3° Aucune action utile : bouillie bordelaise : sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine en solution à 1 p. 100.

III. *Blés soumis à l'infection par l'Ophiobolus graminis :*

1° Légère réduction de l'intensité d'infection, faible amélioration du rendement : formol, bouillie bordelaise, chlorure cuivreux;

2° Aucune action utile : sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine en solution ou en poudre.

La proportion d'épis échaudés a été réduite dans une certaine mesure par tous les traitements (réduction de 75 p. 100 par le chlorure cuivreux; de 50 p. 100 par le sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine en solution à 1 p. 100; résultat ne rachetant pas l'action préjudiciable que, à cette concentration, ce produit exerce par ailleurs).

Ni le *Cercosporella herpotrichoides*, ni l'*Ophiobolus graminis* ne sont, semble-t-il, généralement portés par la semence. Les effets quelque peu favorables exercés par certains traitements ne résultent pas tant d'une désinfection du grain, que d'une protection relative assurée à la jeune plante, contre les attaques d'un parasite vivant dans le sol. Les composés dont le grain aura été revêtu pourront, par voie de dissolution, d'entraînement mécanique ou d'émission de vapeurs (cas du formol) céder des éléments fungicides qui agiront sur le *Cercosporella* ou l'*Ophiobolus* (plus contre celui-ci qui est avant tout souterrain, que contre celui-là qui constitue ses lésions au-dessus du sol).

Dans les conditions où nous avons opéré, aucun des produits essayés n'a fourni une préservation suffisante. Le formol, qui s'est montré le plus efficace, est couramment employé en Alsace contre la Carie. Or, les blés issus de semences traitées par ce produit n'y sont pas exempts de Piétin.

De ce que le sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine s'est montré sans efficacité, nous n'en concluons pas qu'employé à d'autres concentrations et avec une autre technique il ne pourra permettre de lutter contre les Piétins. C'est un anticryptogamique puissant auquel le Professeur Fron a eu le grand mérite de songer à faire appel pour combattre les maladies des plantes.

Quoi qu'il en soit, de nos essais qui devraient être répétés et complétés, il résulte qu'aucun des traitements de la semence dont nous avons fait usage, ne présente une réelle efficacité contre les Piétins.

Action de l'acide sulfurique sur les Blés indemnes de Cercosporella herpotrichoides *et sur ceux infectés par ce champignon.*

Sur les blés indemnes de *Cercosporella herpotrichoides* et sur ceux infectés par ce champignon.

La solution appliquée avait été obtenue en plaçant 12 litres d'acide sulfurique à 65° Baumé dans 100 litres d'eau. Le volume déversé sur parcelle traitée correspondrait à 12 hectolitres à l'hectare. Les époques d'application furent les suivantes : 1^er^ janvier, 1^er^ février, 1^er^ mars, 1^er^ avril, 1^er^ mai. Des notes ont été attribuées par rapport au témoin correspondant, lequel a été arbitrairement noté 100.

Le champ était dépourvu d'herbes.

Chez les blés indemnes de Piétin, les parcelles ayant reçu une pulvérisation ont :

1° Un moindre nombre de pieds dans le cas des traitements de janvier 57, mars 50, avril 73, mai 90, mais non en ce qui concerne la pulvérisation de février 123;

2° Un moindre nombre de talles dans le cas des traitements de janvier 72, mars 68, avril 74, mai 66, mais non en ce qui concerne la pulvérisation de février 118;

3° Un poids moindre dans le cas des traitements de janvier 91, février 96, mars 75, avril 81, mai 83.

L'infection par le *Cercosporella herpotrichoides* a fait subir aux blés n'ayant pas reçu de traitement une diminution du nombre :

1° Des pieds variant entre 36 et 55 p. 100;

2° Des talles variant entre 20 et 66 p. 100;

3° De poids variant entre 49 et 55 p. 100.

Chez les Blés expérimentalement infectés les parcelles ayant reçu une pulvérisation ont :

1° Un moindre nombre de pieds dans le cas des traitements de janvier 63, février 63, mars 80, mais non en ce qui concerne les pulvérisations d'avril 106 et mai 100;

2° Un nombre moindre de talles dans le cas des traitements de janvier 65, février 83, mars 55, avril 74, mais non en ce qui concerne les pulvérisations de mai 114;

3° Un poids moindre dans le cas des traitements de janvier 38; février 78; mars 72; avril 81; mais au contraire plus élevé en ce qui concerne les pulvérisations de mai.

En résumé, sur des blés indemnes d'infection, et qui du reste, avaient été préalablement désherbés, le traitement a dans tous les cas, diminué le rendement, d'ailleurs à des degrés divers selon l'époque d'application.

En parcelles expérimentalement infectées, l'opération a été désastreuse en janvier; elle ne s'est traduite par un bénéfice que dans le cas du traitement de mai. Des lésions relativement récentes, résultant de contaminations d'avril, ont pu être entravées sous l'action directe ou non des pulvérisations. Mais, nous avons constaté que cette attaque printanière n'a exercé que peu de dégâts. On peut donc se demander si les effets favorables du traitement de mai ne résultent pas d'un mécanisme tout autre que celui auquel on songe généralement.

Suivant les années, l'époque favorable pour le traitement se situe en mars, en avril ou en mai. Il est impossible d'indiquer à l'avance quand il sera possible d'opérer. C'est là, on le conçoit, un grave inconvénient de la méthode de lutte par l'acide sulfurique, laquelle ne paraît pas avoir répondu jusqu'à ce jour aux espoirs que Rabaté avait fondés sur elle.

RÉSISTANCE RELATIVE DES BLÉS

AU *PUCCINIA GLUMARUM* Eriks. et Henn.

DANS LA RÉGION VERSAILLAISE

par F. Kalé.

Chargé de mission [1].

HISTORIQUE.

Les nombreux travaux, notamment ceux de Beauverie, Bernard, Fromme, Stakman, Lévine, Vavilov, Mains, Merta, Hursh, Nobécourt, Waterhouse, Johnson, Hanna, Melander, Forward, etc., effectués sur la question de la résistance ou de la sensibilité des Blés aux rouilles montrent la nature fort complexe de ce problème et mettent en évidence le jeu de plusieurs facteurs d'ordres divers : climatérique, variétal, morphologique, physique, physico-chimique et biologique. Ainsi toute tentative pour établir une relation définie entre l'intensité de l'attaque et le nombre, la grandeur et le fonctionnement des stomates sur les limbes, gaines, tiges, glumes ou glumelles a malheureusement échoué. De même, l'examen de l'épaisseur de la cuticule, du nombre de poils sur les feuilles et des dimensions des cellules ont fourni des résultats incertains. Cela indique que les facteurs morphologiques, bien qu'importants, n'ont pas une influence prépondérante sur la résistance ou la sensibilité d'une variété à une rouille donnée. En 1930, j'ai étudié comparativement la pression osmotique des blés sensibles et de ceux qui sont relativement résistants. A cet effet, j'ai fait état des données cryoscopiques fournies par les sucs extraits à l'aide de l'air liquide. Je suis parvenu à la conclusion que les variations de ce facteur n'offrent aucune relation de suite avec celle de la résistance ou de la sensibilité. Celles-ci n'ont également que peu de rapport avec les composés oxyflavoniques ou les tannins cellulaires. Ces résultats m'ont amené à étudier l'influence d'un autre facteur : concentration en ions hydrogène du milieu intérieur des cellules de certaines variétés de blés, parmi lesquels se trouvaient à la fois les variétés sensibles et peu sensibles au *Puccinia glumarum*, principale rouille de la région de Versailles.

[1] Je tiens à rendre ici un hommage très respectueux à la mémoire du regretté J. de Vilmorin qui a encouragé ces recherches, et à exprimer ma vive gratitude à tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce travail : M. le Ministre Victor Boret, M. l'Inspecteur général Demolon, MM. Foex, Guilliermond, Parat et Wintrebert.

Les considérations suivantes émises par des savants tels que : WARD, MEYRRYAT, STAKMAN, WATERS, TOMMASI, etc., semblent aussi favorables à ce point de vue. Le développement d'un champignon s'achève normalement, si les divers facteurs chimiques et physico-chimiques du milieu où il se trouve lui sont favorables. Or, bien des cas se présentent, notamment chez certaines variétés peu sensibles où le mycélium, quoiqu'ayant pénétré à l'intérieur du tissu de l'hôte, ne peut plus s'y développer. Dans le cas d'hypersensibilité, le champignon envahit brusquement un groupe plus ou moins important de cellules et on voit ensuite son impuissance à se frayer un chemin à travers l'organe de l'hôte. De tels cas tendent à démontrer l'existence d'un équilibre des réactions nettement défavorables dans le milieu intérieur de la plante, qui suffit à enrayer, d'une façon définitive, la croissance ultérieure du champignon.

TECHNIQUE.

Dès le début, j'ai renoncé aux procédés globaux, électro-métriques ou colorimétriques (mesures portant sur des sucs extraits, sur des purées, etc., décrites d'une façon détaillée notamment par REISS et SMALL). En effet, les déterminations du *p*H des sucs biologiques et de la cellule vivante sont extrêmement compliquées par rapport aux déterminations du *p*H des solutions ordinaires. C'est un fait établi que la réaction du protoplasme n'est pas la même à l'état vivant et après la mort. Ensuite, j'ai essayé d'utiliser les procédés micro-chimiques : la coloration vitale ne parvient pas, cependant, comme tant d'autres colorants du *p*H, à rendre visible, d'une façon nette, le virage chez le Blé. CHAMBERS a signalé, contrairement à ce que dit SMALL, que les colorants habituels du *p*H, colorants sulpho-naphthaléniques, employés dans l'intéressante méthode micro-chimique élaborée par ce dernier auteur, ne pénètrent pas la cellule animale vivante. J'ai étudié la réaction de ces colorants provenant de deux sources : British Drug House de Londres (indiquée par SMALL) et la maison Rhône-Poulenc de Paris, sur les cellules végétales. Tandis que le rouge neutre, colorant vital, colore les vacuoles sans colorer le cytoplasme ni le noyau et sans inhiber les courants cytoplasmiques, les colorants en question ne pénètrent pas dans la cellule vivante. Ils ne s'introduisent que dans la cellule morte dont ils colorent le protoplasme coagulé et le noyau. Ces observations ont porté sur le comportement de diverses cellules : algues, champignons (*Saprolegnia* spec.), levures (*Geotrichum Oïdium lactis, Saccharomycodes Ludwigii, Saccharomyces Pastorianus*), bactéries (*Bacillus megatherium, Bacterium malvacearum*), des cellules épidermiques des écailles d'oignons et celles de feuilles de tulipe. Ces résultats indiquent que la recherche d'une méthode, appropriée au matériel à examiner et susceptible de fournir des résultats comparables entre eux, se pose au premier plan.

La technique « micrurgique » intra-cellulaire, que j'emploie pour me rendre compte de l'acidité des constituants cellulaires, n'a guère été utilisée, d'une façon générale, pour l'étude des cellules des plantes terrestres et notamment de celle de Blé. Elle consiste en l'étude de la réaction qu'on obtient dans la cellule *vivante*

en y introduisant des colorants du *p*H, à l'état liquide ou solide, sans entraîner la mort de la cellule. Ce procédé de micro-injection est d'autant plus difficile à réaliser que la paroi de la cellule à injecter, comme celle de la cellule végétale, est difficilement percée par la micro-pipette ou la micro-aiguille. Les pigments, dont la paroi cellulosique se trouve imprégnée chez les plantes terrestres offrent une remarquable résistance à cette opération. La technique de micro-injection varie donc suivant l'objet à étudier.

Le travail a été fait sur du matériel frais. Pour effectuer les micro-injections dans de bonnes conditions, certaines parties de l'appareil de Chambers, notamment la seringue, le tube de platine et la chambre humide ont été fixées sur le bloc de l'appareil de Peterfi, ce qui facilite beaucoup l'injection dans la cellule de la quantité nécessaire de colorant.

On supposait, jusqu'à une date récente, qu'il était presque impossible d'injecter

Fig. 1 : Extrémité active grossie d'une micro-pipette.

la cellule végétale. Voici comment j'ai pu réaliser cette opération en ce qui concerne le blé. On fait des coupes transversales épaisses, de façon à avoir une couche de cellules intactes, à un centimètre au-dessus de la base du limbe, siège principal de la rouille. On monte la coupe choisie dans une gouttelette d'eau neutre, sur une grande lamelle que l'on renverse sur la chambre humide. On met au point la paroi inférieure d'une cellule incolore du parenchyme. Le rapprochement de l'aiguille de cette paroi devient alors visible dans le microscope. En appuyant doucement la micro-aiguille sur la paroi, on voit le relèvement de cette dernière, la pointe de la micro-aiguille y faisant apparaître les rides excentriques, caractéristiques d'une membrane étendue sur laquelle s'exerce la pression d'une pointe. Une micro-pipette trop fine rencontrant la résistance offerte casse souvent au bout; par contre, une micro-pipette de grande ouverture finit par perforer entièrement la cellule. La réussite de la pénétration est généralement assurée en tapant doucement la pointe de la micro-pipette sur la paroi inférieure. Une micro-pipette ayant un calibre de 0,5 à 1,5 μ à son extrémité active, peut donner satisfaction. On augmente les chances de succès en fabriquant la micro-pipette de façon à donner à son extrémité la forme schématisée dans la figure 1.

On introduit avec habileté une petite quantité du colorant lorsque la pipette

pénètre dans la cellule. L'opération peut être suivie de près dans le microscope et exige un fonctionnement impeccable de la seringue. Si l'aiguille est, par hasard, sortie de la cellule au moment de l'injection, ou si l'ouverture dégagée est, par suite d'un choc violent, plus grande que le calibre de la micro-pipette, le colorant introduit s'étale sur le champ du microscope, comme si l'injection avait été faite dans une couche d'eau adhérente à la lamelle qui couvre la chambre humide. On rencontre relativement une plus grande difficulté à s'assurer de la pénétration de la micro-pipette dans la cellule à injecter, lorsque celle-ci se trouve dans un groupe de cellules, comme dans une coupe, que lorsque l'organisme à injecter est unicellulaire. La bonne position de la micro-pipette à l'intérieur de la cellule peut être vérifiée en mettant au point successivement la paroi inférieure, la pointe de la micro-pipette et la paroi supérieure de la cellule à l'étude. Le virage se limitant à une cellule indique la réussite de la micro-injection.

Parmi les colorants utilisés, figurent le bleu de bromophénol, le rouge méthyle et le rouge de phénol. C'est ce dernier colorant, cependant, convenant le mieux au matériel, qui a été le plus souvent utilisé, dans l'eau distillée neutre. La solution est filtrée sur papier sans cendres. Les virages qui ont été obtenus aux mois de mai et juin 1933 sont résumés dans le tableau n° I. Les remarques concernant les variétés étudiées sont formulées d'après les notes obtenues par chacune des sortes examinées suivant le plan de Ducomet et Foex. Les virages indiqués dans les tableaux représentent la zone des variations des virages observés pendant la période signalée.

Tableau I.

Année 1933.

VARIÉTÉ.	SENSIBILITÉ à *P. Glumarum*.	VIRAGES.	ÉPOQUE.
Noé.....	Très sensible.	De jaune citron à jaune orangé pâle.	Mai et juin.
Sirodot.....	Sensible.	Jaune.	Juin.
Vilmorin 23.....	Moins sensible.	Jaune orangé très pâle.	Juin.
Piave.....	Généralement peu sensible.	Orangé à jaune.	Mai et juin.
Warren.....	Peu sensible.	Rouge orangé foncé.	Juin.

Les différences observées dans les virages peuvent être dues aux trois causes : 1° légères erreurs, par exemple entrée accidentelle d'eau ambiante; 2° degré d'infection par la rouille, et 3° influences perturbatrices sur le métabolisme de la plante, vers la fin de la maturation. Toutefois, nous avons noté qu'une deuxième injection dans la même cellule donne un virage plus acide.

La mise au point de la technique ayant été achevée au cours de 1933, l'année suivante a été consacrée à l'étude des virages fournis par le rouge de phénol sur les variétés *Noé* et *Piave* pendant la période comprise entre février et juin ainsi

que chez d'autres variétés. Le tableau suivant (n° II) indique les limites des virages obtenus avec *Noé* et *Piave*.

TABLEAU II.

Année 1934.

VARIÉTÉ.	VIRAGES.	VARIÉTÉ.	VIRAGES.	ÉPOQUE.
Noé.....	Jaune pâle à jaune.	*Piave*.....	—	Février.
Noé.....	Jaune pâle.	*Piave*.....	Rouge.	Mars.
Noé.....	Jaune pâle.	*Piave*.....	Rose foncé à rouge.	Avril.
Noé.....	Jaune pâle.	*Piave*.....	Rouge.	Mai.
Noé.....	Jaune.	*Piave*.....	Orangé à orangé pâle.	Juin.

Vers la fin de juin, les limbes sont desséchés et ce n'est qu'avec la plus grande difficulté qu'on réalise certaines injections. Il est à remarquer cependant que *Noé* montre un virage à peu près constant, de février jusqu'à la fin de juin, tandis que chez *Piave* le virage tend à se déplacer légèrement vers la zone neutre, au mois de juin. Les autres variétés étudiées sont *Mentana*, *Vilmorin 23*, *Sirodot*, *Hope*, *Warren* et *Hindi 8B*. Le tableau n° III résume les résultats obtenus avec le même colorant pendant les deux années 1933 et 1934.

TABLEAU III.

VARIÉTÉ.	SENSIBILITÉ à *P. glumarum*.	VIRAGES MOYENS pour 1933 et 1934.
Noé.....	Très sensible.	Jaune citron à jaune pâle.
Sirodot.....	Sensible.	Jaune.
Mentana.....	Très sensible.	Jaune à jaune pâle.
Vilmorin 23.....	Moins sensible.	Orangé pâle à orangé rose.
Hope.....	Moins sensible.	Rose pâle à rose.
Piave.....	Généralement peu sensible.	Orangé pâle à rouge.
Warren.....	Peu sensible.	Rouge orangé foncé à rouge.
Hindi 8 B.....	Peu sensible.	Rouge.

Il convient de rappeler que les zones acides et alcalines du rouge de phénol sont respectivement *p*H 6,8 et 7 et le colorant montre un virage jaune dans la zone acide et de rose à rouge dans la zone alcaline. Les différentes feuilles d'un même pied de *Mentana* et de *Piave* donnent le même virage. Cela est vrai aussi bien pour les feuilles ne portant pas de sores que pour celles qui en portent.

Nous préférons indiquer les virages tels qu'ils étaient observés, plutôt que prétendre donner les valeurs exactes de la concentration en ions hydrogène.

C'est un fait connu, que certaines couleurs subissent, à l'état étendu, des variations légères de virage, par exemple rouge étendu apparaît rose. Or, la diminution de l'épaisseur d'une colonne liquide colorée produit un effet analogue à la dilution. Le liquide tampon, qui remplit l'appareil ressemblant au « Comparateur », ajusté sur l'oculaire du microscope en vue de déterminer le *p*H cellulaire, présente une épaisseur beaucoup plus importante que la couche du liquide colorée se trouvant à l'intérieur de la cellule injectée. Les tentatives de détermination du *p*H cellulaire ne seront guère à l'abri des critiques tant qu'elles ne seront pas réalisées à l'aide d'une solution tampon, tendant à présenter approximativement la même épaisseur que la cellule injectée. D'ailleurs, pour de telles déterminations, la source et l'intensité de la lumière importeront autant que l'épaisseur de la couche liquide. L'effet optique tendrait à fausser le résultat, si un faisceau de lumière, comparable à celui passant par l'objectif et l'oculaire du microscope ne traversait pas la couche du liquide tampon. C'est par suite du manque d'un tel dispositif spécial que nous avons préféré ne pas tenter d'évaluer les différences déjà délicates du virage observé chez une même ou chez les différentes variétés indiquées dans les tableaux.

CONCLUSIONS.

L'examen des tableaux, notamment celui du troisième, met en évidence les réactions caractéristiques des variétés sensibles et peu sensibles à la rouille jaune *Puccinia glumarum* Eriks et Henn.

Les circonstances ne permettent pas à l'auteur de continuer ce travail, mais un plan peut être élaboré pour développer les lignes sur lesquelles ces résultats sont obtenus.

L'auteur a pris la liberté de suggérer la construction d'un dispositif spécial pour la détermination exacte du *p*H cellulaire : si un tel dispositif est réalisé, il ne manquera pas de rendre service aux biologistes, cytologistes et physiologistes.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Beauverie (F.) [1901]. — Essais d'immunisation des végétaux contre les maladies cryptogamiques. (*C. R. Ac. Sc.*, Paris, t. CXXXIII, p. 107-110.)

2. Bernard (N.) [1909]. — Remarques sur l'immunité chez les plantes. (*Bull. Inst. Past.*, t. VII, p. 369-386.)

3. Chambers (R.) et Kerr (T.) [1932]. — Intracellular Hydrion Concentration studies : VIII Cytoplasm and Vacuole of *Limnobium* root-hair cells.

4. Ducomet (V.) et Foex (E.) [1928]. — De l'appréciation de l'intensité de rouilles du Blé. (*Bull. Ass. Int. Sel.*, Versailles, vol. 1, t. III.)

5. Faure-Fremiet (E.) [1912]. — Sur la valeur des indications microchimiques fournies par quelques colorants vitaux. (*Anato. Anzieg*, 40.)

6. Forward (D.) [1932]. — The influence of altered Host Metabolism upon Modification of the Infection Type with *Puccinia graminis tritici*. (t. XXI, f° 6, p. 493-555).

7. Fromme (F.) [1913]. — The culture of Cereal Rusts in Greenhouse.(*Bull. Torr. Bot. Club.*, t. LVI, p. 65-92.)

8. Giolli (F.) [1927]. — Alcune determinazioni raffratto-metriche in succhi di plante ammalate. (*Atti. Inst. Bot. R. Uni. Pavia*, t. III, f° 3, p. 49-58.)

9. Hanna (W.-F.) [1931]. — Studies on the nature of rust resistance in wheat; V-Physiology of the Rust. (*Can. Jou. Res.*, t. IV, p. 134-147.)

10. Hursh (C.-R.) [1924]. — Morphological and Physiological studies on the resistance of wheat to *Puccinia graminis tritici* Eriks and Henn. (*Jou. Agr. Res.*, t. XXVII, p. 381-412.)

11. Johnson (T.) [1931]. — A study of the effect of physiological factors on the viability of the physiologic forms of *Puccinia graminis tritici* Eriks and Henn. (*Canad. Dept. Agr. Bull.*, 140, n° 3.)

12. Mains (E.-B.) [1917]. — The relation of rusts to the physiology of their Hosts. (*Am. Jou. Bot.*, t. IV, p. 179-220.)

13. Mehta (K.-C.) [1923]. — Observations and experiments on Cereal Rusts in the neighbourhood of Cambridge. (*Trans. Brit. Soc. Myc.*, vol. 8, p. 142.)

14. Melander (L. W.) [1931]. — The effect of Temperature and Light on the development of the uridinal stage of *Puccinia graminis* (Abst). [*Phytopath.*, t. XXI, p. 109.]

15. Meyrryat (D. C. E.) [1907]. — Notes on the infection and histology of the wheats immune to *Puccinia glumarum*. (*Jou. Agr. sci.*, vol. 2, p. 129.)

16. Reiss (P.) [1916]. — Le *p*H intérieur cellulaire. (*Les Presses Universitaires de France*, Paris, p. 134.)

17. Small (J.) [1929]. — Hydrogen-ion concentration in Plant cells and Tissues. (*Protoplasma Monographien*, Bd. 2.)

18. Stakman (E. C.) [1914]. — A study in Cereal Rusts : physiological races. (*Minn. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 138.)

19. Stakman (E. C.) et Levine (M. N.) [1922]. — The determination of biological forms of *Puccinia graminis* on *Triticum spp.* (*Min. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.*, 8.)

20. Vavilov (N.) [1919]. — Immunity of plants to infectious diseases. (*An. Ac. Agron.*, Moscou.)

21. Vlés (E.) [1916]. — Microcolorimètre pour les mesures de *p*H et *r*H. (*C. R. Soc. Biol.*, t. LXXXXIV, p. 879.)

22. Waterhouse (W. L.) [1929]. — Australian rust studies. (*Proc. linn. Soc.*, N. s. W., t. LIV, p. 615-680.)

23. Waters (C. W.) [1928]. — The control of teliospore and urediniospore formation by experimental methods. (*Phytopath.*, t. XVIII, p. 157-213.)

ESSAIS DE TRAITEMENTS

CONTRE LES MALADIES DU MELON

(ANNÉE 1935)

par P.-H. Joessel,

Chef de travaux à la Station d'Agronomie et de Pathologie végétale d'Avignon.

INTRODUCTION.

Les essais de traitements contre les maladies du Melon que nous avons poursuivis au cours des années 1933 et 1934 [1] nous avaient permis déjà d'obtenir des résultats utilisables en pratique horticole. Nous avions pu constater, en effet, et d'une manière certaine, l'efficacité contre l'Oïdium, la maladie la plus répandue, de la bouillie bordelaise, du mélange bouillie bordelaise-bouillie sulfocalcique et de la bouillie sulfocalcique employée seule, cette dernière formule s'étant révélée toutefois légèrement inférieure aux deux premières. Nous avons, néanmoins, jugé nécessaire de reprendre l'étude de cette question en 1935 pour les raisons suivantes :

1° Si, contre l'Oïdium, les résultats sont hors de doute, il n'en est pas de même de ceux obtenus contre l'Anthracnose ou Nuile;

2° La prévention de l'Oïdium elle-même, relativement facile à assurer sur les variétés à faible développement foliaire et sous le climat provençal, serait plus malaisée dans d'autres régions, comme la région parisienne, et sur des variétés à feuillage luxuriant [2]. Dans ces conditions, l'emploi des poudres paraissait, *a priori*, susceptible de donner des résultats supérieurs à ceux obtenus avec les bouillies. Tout en étant placé dans des conditions défavorables à cette étude, nous avons cependant jugé nécessaire de comparer sous notre climat l'action des pulvérisations à celles des poudrages;

3° Contre certains parasites, l'emploi alterné de deux formules permet d'obtenir des résultats supérieurs à ceux que donne l'emploi continu d'une seule formule et, parfois, est mieux supporté par la plante traitée. C'est la raison pour

[1] Joessel (P.-H.). — Essais de traitements contre l'Oïdium ou Blanc du Melon en 1933. (*Progr. agr. et vit.*, t. L., p. 599-603, 1933.)

—— Essais de traitements contre les maladies du melon en 1934 (*Ann. des Epiphyties*, vol. I, p. 81).

[2] Remarque de M. Foex, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale.

laquelle nous avons jugé intéressant d'étudier les conséquences de l'utilisation alternative de la bouillie bordelaise et de la bouillie sulfocalcique dont le mélange, au moment même de l'emploi, s'était révélé si hautement efficace;

4° Le Melon, au cours de nos essais de 1934, a réagi d'une façon particulièrement sensible aux traitements : sa récolte accusant très nettement à la balance la plus ou moins grande efficacité des formules employées et permettant ainsi facilement d'établir un classement entre elles. Sa principale maladie, l'Oïdium, est en effet une affection dont on peut, presque à coup sûr, escompter l'apparition dans les cultures et dont les ravages sont suffisamment graves et rapides pour arrêter prématurément la production. Tout traitement, empêchant ou retardant l'évolution de ce champignon, a donc un effet sensible sur le poids des fruits. Le Melon nous a donc paru constituer une plante particulièrement précieuse pour apprécier la valeur d'un certain nombre d'anticryptogamiques nouveaux dont la valeur n'a pas encore été suffisamment démontrée [1].

CHOIX DES PRODUITS À ESSAYER.

Parmi les anticryptogamiques à essayer en pulvérisations, notre choix s'est porté tout d'abord sur quatre produits préconisés depuis peu : le sulfure de cuivre, le sulfate neutre d'oxyquinoléine et deux colorants : le vert-malachite et la phosphine. A cette première liste, nous avons joint le permanganate de potasse, la bouillie bordelaise, la bouillie sulfocalcique et le mélange bouillie bordelaise-bouillie sulfocalcique, déjà essayés précédemment. Pour établir une échelle d'efficacité, il était, en effet, indispensable de prendre des termes de comparaison, fournis par quelques formules s'étant révélées insuffisantes ou ayant, au contraire, fait leurs preuves. L'emploi de ces formules était, d'autre part, nécessaire pour apprécier comparativement la plus ou moins grande efficacité des poudres essayées par ailleurs. En prévision d'une attaque possible d'Anthracnose, il était également intéressant de chercher à avoir confirmation des premiers résultats obtenus en 1934 au moyen des bouillies essayées alors et s'étant montrées les plus efficaces contre cette affection.

CONDITIONS DANS LESQUELLES ONT ÉTÉ FAITS LES ESSAIS.

Les essais ont été exécutés sensiblement dans les mêmes conditions que ceux de 1935, au champ d'expériences de la Station d'Agronomie et de Pathologie végétale d'Avignon, sur la même variété *Cantaloup charentais*. Les plants de Melons, toutefois, étaient cultivés sur trois planches, arrosées suivant la méthode d'irrigation superficielle en usage dans la région d'Avignon et plus propice que le système d'ir-

[1] Il va de soi que les résultats obtenus, contre l'Oïdium du melon, si nets qu'ils puissent être, ne sauraient constituer qu'une indication sur la valeur des produits et ne sauraient être étendus *ipso facto*, sans de nouveaux essais, à d'autres maladies cryptogamiques.

rigation souterraine employé l'année précédente, à l'apparition précoce et à l'extension de l'Oïdium.

Une des planches mesurait 3 mètres de largeur, les deux autres 2 mètres, toutes les trois avaient une longueur uniforme de 60 mètres. Le semis a été fait sur place le 9 mai; la levée a eu lieu le 27 du même mois.

Pour l'exécution des essais, une des planches de 2 mètres de large et la planche de 3 mètres ont été divisées en 13 parcelles égales qui ont été traitées conformément au tableau 1, ci-dessous :

N° D'ORDRE des PARCELLES.	NATURE DES TRAITEMENTS.	FORMULE EMPLOYÉE.
0	Témoin	Sans traitement.
1	Pulvérisations	Bouillie bordelaise.
2	*Idem*	Bouillie sulfocalcique.
3	*Idem*	Mélange bouillie bordelaise et bouillie sulfocalcique.
4	*Idem*	Bouillie au sulfure de cuivre.
5	*Idem*	Bouillie au permanganate de potasse.
6	*Idem*	Solution de sulfate neutre d'oxyquinoléine.
7	*Idem*	Solution de vert malachite.
8	*Idem*	Solution de phosphine.
9	Pulvérisations alternées	Bouillie bordelaise et bouillie sulfocalcique.
10	Pulvérisations complétées par des poudrages	Bouillie bordelaise, poudre A.
11	*Idem*	Bouillie sulfocalcique, poudre A.
12	Poudrages	Poudre A.

Sur la troisième planche, abritée par une haie de jeunes cyprès de 3 ans, nous avons constitué 3 parcelles ayant la même surface que les parcelles de la planche 1 et 3 ayant la superficie des parcelles de la planche 2, réservées aux essais de la poudre B. Dans chacun de ces deux groupes, la première parcelle a été traitée à la bouillie bordelaise et à la poudre B, la seconde à la bouille sulfocalcique et à la poudre B, la troisième à la poudre B seulement, sans pulvérisations.

La composition des bouillies était la suivante :

1° *Bouillie bordelaise.*

Sulfate de cuivre neige	1 kilogramme.
Chaux caséinée (jusqu'à nette alcalinité au tournesol)	1 kilogramme.
Eau	100 litres.

2° *Bouillie sulfocalcique.*

Bouillie sulfocalcique liquide à 32° Baumé	2 litres.
Eau	100 litres.

3° *Mélange bouillie sulfocalcique-bouillie bordelaise.*

Sulfate de cuivre	1 kilogramme.
Chaux caséinée	1 kilogramme.
Bouillie sulfocalcique	2 litres.
Eau	100 litres.

(La bouillie sulfocalcique est ajoutée à la bouillie bordelaise immédiatement après la préparation de cette dernière.)

4° *Bouillie au sulfure de cuivre.*

Sulfure de cuivre en poudre	1 kilogramme.
Eau	100 litres.

5° *Bouillie au permanganate de potasse.*

Permanganate de potasse	0 kilogr. 125.
Chaux	1 kilogramme.
Eau	100 litres.

6° *Solution de sulfate neutre d'oxyquinoléine.*

Sulfate neutre d'oxyquinoléine	0 kilogr. 100.
Alcool amylique (mouillant)	0 litre 5.
Eau	100 litres.

7° *Solution de vert-malachite.*

Vert-malachite	0 kilogr. 100.
Alcool amylique	0 litre 5.
Eau	100 litres.

8° *Solution de phosphine.*

Phosphine	0 kilogr. 100.
Alcool amylique	0 litre 5.
Eau	100 litres.

Le sulfure de cuivre, produit commercial, dosait 25 p. 100 de cuivre, soit la même quantité que le sulfate de cuivre.

Les poudres avaient la composition indiquée ci-dessous :

Poudre A[1].

Soufre	60 p. 100.
Verdet neutre (à 35 p. 100 de cuivre)	2 —
Talc et adhésif	38 —

Poudre B.

Sulfate de cuivre	10 p. 100.
Talc	90 —

[1] Le *Cantaloup Charentais* est une des rares variétés de melon qui supporte bien le soufre.

La bouillie sulfocalcique a été utilisée à une concentration très sensiblement supérieure à celle de l'année précédente dans les deux formules (2 et 3) où elle a été employée.

Trois traitements ont été effectués : les applications de bouillies ont eu lieu les 2 ou 3 août, 29 août et 4 septembre, les poudrages les 7 août, 30 août et 4 septembre.

Sur les parcelles 9, les premier et troisième traitements ont été faits à la bouillie bordelaise, le deuxième à la bouillie sulfocalcique. Les traitements liquides ont été faits avec le pulvérisateur « Eclair » Vermorel, les poudrages avec la soufreuse « Rotor » du même fabricant.

RÉSULTATS OBTENUS ET CONCLUSIONS.

L'Anthracnose éprouva assez gravement au cours de l'été quelques cultures du Vaucluse, mais aucune attaque ne fut observée au champ d'expériences de la Station. Il n'en fut pas de même de l'Oïdium dont les premières taches furent visibles le 28 août sur les deux parcelles témoins et le 30 sur celles traitées au permanganate. Cette maladie y évoluait très rapidement et se généralisait ensuite plus ou moins vite sur la plupart des autres parcelles des trois planches; celles traitées à la bouillie bordelaise, au mélange bouillie bordelaise-bouillie sulfocalcique et en alternant l'emploi de la bouillie bordelaise et de la bouillie sulfocalcique restèrent cependant indemnes jusqu'à la fin de l'expérience.

Les attaques d'Oïdium furent très graves sur les parcelles témoins et sur celles traitées au permanganate, un peu moins sensibles sur celles traitées au sulfate neutre d'oxyquinoléine et aux deux colorants, légères sur celles traitées à la bouillie sulfocalcique seule ou avec emploi simultané des poudres.

La récolte a commencé le 24 août; elle s'est poursuivie sans interruption jusqu'au 3 septembre sur les parcelles témoins et celles traitées au permanganate, et jusqu'au 12 septembre sur les autres. Elle a été arrêtée par les froids de l'automne ne permettant plus aux fruits de mûrir sur les parcelles indemnes ou peu atteintes, par la dessication à peu près complète du feuillage sur les autres.

Tous les Melons arrivés à maturité ont été comptés, pesés soigneusement et classés suivant leur grosseur. La proportion de chaque catégorie a été déterminée par rapport au nombre total de Melons ayant pu mûrir. Cette indication figure au tableau II avec le nombre de Melons dans chacune des catégories pour chacun des essais, leurs poids global et leur poids moyen établi par rapport soit au nombre de fruits arrivés à maturité, soit au nombre de fruits ayant pu se former sur les parcelles. Nous avons jugé intéressant, en effet, avant de donner une nouvelle destination à l'emplacement occupé par nos essais, de compter également les petits fruits n'ayant pu achever leur développement et restés sur les parcelles.

L'examen du tableau II fournit de suite des indications très nettes sur la valeur des différentes formules et permet de tirer de nos essais des enseignements très nets.

TABLEAU II.

NUMÉRO D'ORDRE DES PARCELLES.	NATURE DES TRAITEMENTS.	FORMULE EMPLOYÉE	MELONS ARRIVÉS A MATURITÉ: MELONS GROS 1 KILOGRAMME ET AU-DESSUS.	MELONS MOYENS DE 0k 600 A 1 KILOGRAMME.	MELONS PETITS DE 0k 300 A 0k 600.	MELONS TRÈS PETITS (NON MARCHANDS) au-dessous de 0k 300.	TOTAL DES MELONS ARRIVÉS A MATURITÉ.	POIDS TOTAL DES MELONS ARRIVÉS A MATURITÉ.	POIDS MOYEN DES MELONS PAR RAPPORT au nombre de fruits arrivés à maturité.	NOMBRE DE MELONS NON ARRIVÉS A MATURITÉ.	NOMBRE TOTAL DES MELONS FORMÉS SUR LES 2 PARCELLES.	POIDS MOYEN DES MELONS PAR RAPPORT AU NOMBRE TOTAL DES MELONS formés sur les 2 parcelles.
			p. 100	p. 100	p. 100	p. 100						
1	Pulvérisations.	Bouillie bordelaise.....	40,7	33,3	22,2	3,7	27	24k 650	0k 912	7	34	0k 725
2	Pulvérisations.	Bouillie sulfocalcique.....	34,7	52,1	13,0	0,0	23	22k 650	0k 984	10	33	0k 686
3	Pulvérisations.	Mélange de bouillie bordelaise et bouillie sulfocalcique.....	50,0	46,4	3,5	0,0	28	29k 150	1k 041	8	36	0k 809
4	Pulvérisations.	Bouillie au sulfure de cuivre.....	17,3	43,3	30,4	8,6	23	16k 550	0k 719	5	28	0k 591
5	Pulvérisations.	Bouillie au permanganate de potasse...	13,0	56.5	26,0	4,3	23	16k 900	0k 734	7	30	0k 561
6	Pulvérisations.	Solution de sulfate neutre d'oxyquinoléine.....	23,8	42,8	28,5	4,7	21	15k 950	0k 759	8	29	0k 550
7	Pulvérisations.	Solution de vert malachite.....	22,2	51,8	25,9	0,0	27	20k 920	0k 774	6	33	0k 633

8	Pulvérisations.	Solution de phosphine.....	22.7	54,5	22,7	0,0	22	17^{k} 800	0^{k} 809	5	27	0^{k} 659
9	Pulvérisations.	Emploi alterné de bouillie bordelaise et de bouillie sulfocalcique.....	46,4	21,4	32,1	0,0	28	26^{k} 400	0^{k} 943	3	31	0^{k} 851
10	Pulvérisations et poudrages.	Bouillie bordelaise, poudre A.....	41,3	37.9	17,2	3,4	29	26^{k} 850	0^{k} 925	3	32	0^{k} 839
11	Pulvérisations. et poudrages.	Bouillie sulfocalcique, poudre A.....	33.3	56,6	10,0	0,0	30	26^{k} 400	0^{k} 880	3	33	0^{k} 800
12	Poudrages....	Poudre A.....	25,9	59,2	11,1	3,7	27	22^{k} 550	0^{k} 835	6	33	0^{k} 683
13	Pulvérisations et poudrages.	Bouillie bordelaise, poudre B.....	33,3	41,6	24,9	16,6	12	8^{k} 600	0^{k} 716	3	15	0^{k} 573
14	Pulvérisations et poudrages.	Bouillie sulfocalcique, poudre B.....	36,3	27.2	36,3	0,0	11	8^{k} 950	0^{k} 813	4	15	0^{k} 596
15	Poudrages....	Poudre B.....	20,0	30,0	50,0	0,0	10	6^{k} 650	0^{k} 665	8	18	0^{k} 369
0	Témoins.....	Sans traitement.....	14,2	33,3	38,0	14,2	21	12^{k} 850	0^{k} 611	6	27	0^{k} 475

L'efficacité contre l'Oïdium de la bouillie bordelaise a été encore une fois pleinement confirmée.

Le mélange bouillie bordelaise-bouillie sulfocalcique a donné en 1935 des résultats encore meilleurs qu'en 1934. Il se classe nettement en tête si nous considérons le nombre de gros fruits récoltés et le poids moyen des fruits calculé par rapport au nombre de Melons arrivés à maturité. En plus d'un pouvoir anticryptogamique remarquable cette formule jouit d'une action stimulante sur la végétation dont l'effet, déjà observé en 1934, s'est révélé encore plus sensible au cours de cette année.

La bouillie sulfocalcique, employée à une concentration plus élevée qu'au cours de l'année précédente, n'a causé aucune brûlure. Les résultats qu'elle a donnés, dans ces conditions, se rapprochent davantage de ceux de la bouillie bordelaise, qu'au cours des précédents essais; sa valeur est incontestable ainsi que son pouvoir stimulant sur la végétation.

Le sulfate neutre d'oxyquinoléine s'est comporté un peu mieux que le permanganate de potasse. Encore meilleurs ont été les résultats qu'ont donnés les deux colorants. Nous ne conclurons toutefois, en faveur de l'action anticryptogamique de ces trois produits qu'avec réserve puisqu'il s'agit là de nos premiers essais avec eux.

Nous attendions mieux du sulfure de cuivre, étant donné la grande efficacité du complexe bouillie bordelaise-bouillie sulfocalcique. Son infériorité est peut-être due à une moindre solubilité du dépôt : celui donné par le mélange comportant non seulement du sulfure de cuivre mais également des composés sulfurés complexes, tout au moins dans le temps suivant de peu la pulvérisation. Comme il s'agit là d'un problème difficile à solutionner et qui du reste n'est pas de notre ressort, nous nous bornerons à signaler le fait sans essayer d'en chercher la raison.

L'emploi alternatif de la bouillie bordelaise et de la bouillie sulfocalcique a eu un effet très favorable, légèrement supérieur à l'emploi exclusif de l'une ou l'autre de ces bouillies.

Les essais faits à part avec la poudre B, sur la planche 3, ont été faussés malheureusement par la proximité de la haie de cyprès. Contrairement à notre attente, ces arbres malgré leur jeune âge, et leur faible taille ont porté tort à la végétation des plantes. Celles-ci se sont moins développées sur la planche ainsi abritée que sur les deux autres, ont donné moins de fruits et des fruits plus petits. L'attaque d'Oïdium a été très faible, même là où la poudre a été employée seule, ce qui nous amène à conclure en faveur de son efficacité. Mais s'il est possible de comparer entre eux les trois essais, l'on ne peut les rapprocher de ceux faits sur les autres planches. La seule indication certaine que nous puissions en tirer est que la poudre B employée seule a donné des résultats très inférieurs à ceux obtenus sur les parcelles traitées simultanément avec la bouillie bordelaise ou la bouillie sulfocalcique.

L'emploi exclusif de la poudre A permet également d'assurer une protection non douteuse contre l'Oïdium. Son emploi, concurremment avec celui de la bouillie bordelaise, a donné des résultats sensiblement supérieurs à ceux que l'on enregistre avec la poudre seule. Avec la bouillie sulfocalcique, il semble y avoir

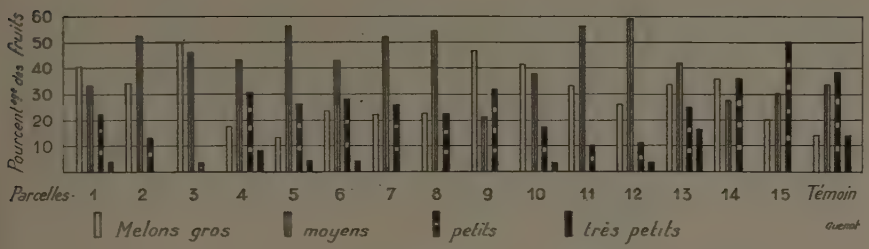


Fig. 1. — Influence de la nature du traitement sur la qualité des fruits récoltés.

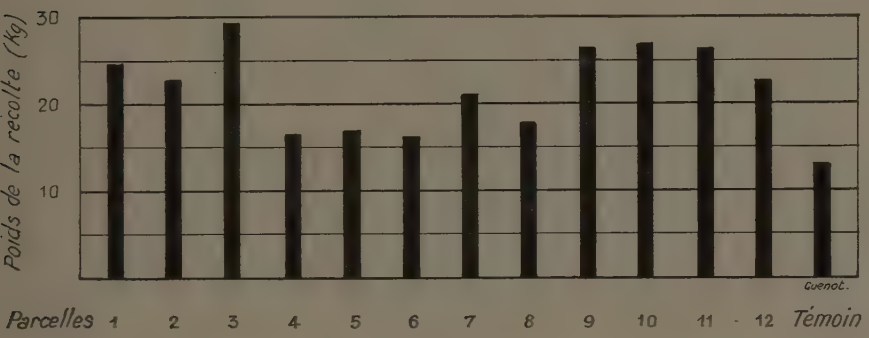


Fig. 2. — Influence de la nature du traitement sur le poids de la récolte.

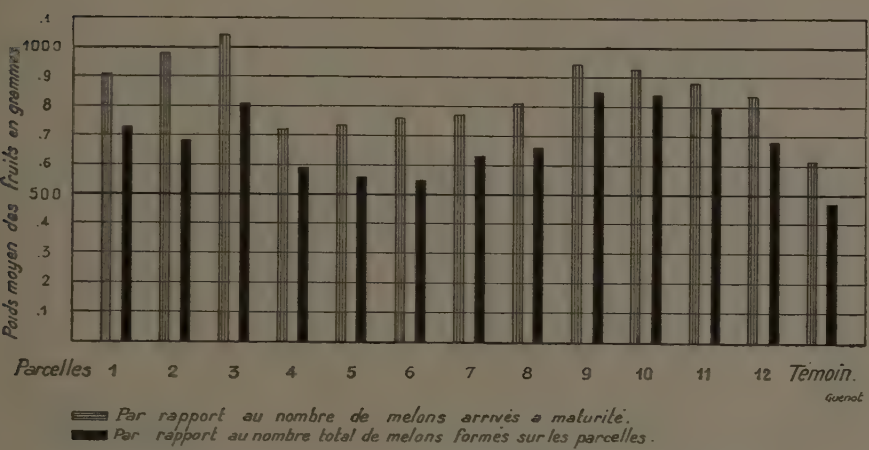


Fig. 3. — Influence de la nature du traitement sur le poids moyen des fruits.

également une amélioration, mais légère, de la production. Nous jugeons cependant nécessaire de reprendre ces essais avant de conclure en faveur de la mise en œuvre simultanée des poudrages et des pulvérisations sous notre climat. Notre réserve se justifie par le faible développement foliaire de la variété *Charentais* en Provence, dans les cultures de plein air, qui permet plus facilement d'assurer sa protection uniquement au moyen des bouillies. Mais il s'agit là d'une question secondaire, de l'amélioration de la méthode de lutte à employer plus que de la mise au point même de cette dernière, puisque, au moyen des trois formules classées en tête, le maraîcher peut lutter déjà très efficacement contre le Blanc.

PRODUITS MOUILLANTS OU ADHÉSIFS

DANS LES TRAITEMENTS MIXTES CONTRE LE CARPOCAPSE ET LA TAVELURE

par P.-H. Joessel, chef de travaux, et J. Suau, stagiaire,
à la Station d'Agronomie et de Pathologie végétale d'Avignon.

INTRODUCTION.

Au cours de ces dernières années, quelques publications d'un grand intérêt sont venues attirer à nouveau l'attention des praticiens sur la mouillabilité et l'adhérence des bouillies, éléments importants de réussite dans la lutte contre la plupart des ennemis des cultures. Des opinions différentes ont été exprimées, certaines à l'encontre de toutes les conceptions jusqu'alors admises, et la discussion ainsi engagée a mis en évidence toute la complexité du problème et le nombre élevé de facteurs entrant en jeu.

En ce qui concerne le fond même de la question, il n'entre nullement dans notre intention de prendre part au débat. Mais, nous occupant depuis plusieurs années déjà de la mise au point d'une méthode de lutte contre le Carpocapse, dont la pullulation dans les vergers rencontre en Provence les conditions les plus favorables, nous ne pouvions négliger complètement l'étude d'éléments susceptibles d'apporter une amélioration aux bouillies utilisées déjà contre cet insecte.

L'expérimentation de différents mouillants et adhésifs devait nécessairement prendre place dans notre programme général de recherches, au même titre que celle de différents types de composés arsenicaux ou d'autres produits pouvant leur être substitués.

La Tavelure étant combattue généralement en même temps que le ver des fruits, il était intéressant de voir quel intérêt pratique présente l'addition de tels produits à quelques types de bouillies utilisées pour défendre les récoltes contre ces deux ennemis.

Tel a été le but des essais que nous rapportons dans le présent mémoire.

I. IMPORTANCE DE LA QUESTION.

La lutte contre le Carpocapse présente de réelles difficultés et, seule, une technique impeccable dans la mise en œuvre des moyens de défense permet d'assurer une protection efficace des fruits. Au même titre que le nombre de traitements à

exécuter — d'autant plus élevé que la variété doit mûrir plus tard en saison — l'insecticide employé et sa concentration, la nature même du dépôt protecteur réalisé sur les fruits et le feuillage entrent en ligne de compte.

Dans un travail, en tous points remarquable, Ralph E. Smith [1] fait justice d'un certain nombre de conceptions erronées relatives aussi bien à la manière dont se produit l'intoxication de l'insecte qu'à la nature du dépôt répondant le mieux au but cherché.

A. Manière dont se produit l'intoxication des larves du Carpocapse.

Pendant longtemps, il avait été admis que c'est au début même du forage de sa galerie, après avoir attaqué l'épicarpe du fruit recouvert de toxique que la larve du Carpocapse s'empoisonne. Si, effectivement, ce fait peut survenir, il est loin toutefois de constituer la règle, la chenille pouvant n'absorber aucune parcelle d'arsenic et se bornant à rejeter au dehors, au fur et à mesure qu'elle avance dans sa galerie, sans les consommer, les particules du fruit détachées par ses mandibules. Des pénétrations à travers des taches de bouillies ont pu être observées sans que la mort de l'insecte s'ensuive. L'intoxication est plus fréquemment réalisée au cours de la reptation (crawling) des jeunes larves sur les fruits et le feuillage recouvert d'arsenic, avant leur pénétration, qu'au moment même ou à la suite de celle-ci. C'est ainsi que des chenilles nouvellement écloses, déposées sur des lames de verre recouvertes d'un dépôt obtenu par pulvérisation d'une suspension d'arséniate de plomb, puis placées ensuite sur des pommes non traitées, sont mortes avant d'avoir pu pénétrer dans les fruits. Au cours des pérégrinations destinées à la recherche du point d'entrée le plus favorable, la larve détache des parcelles du revêtement toxique qui viennent se fixer sur les poils au voisinage de la bouche et finissent par être absorbées. L'empoisonnement du feuillage joue ainsi dans la préservation de la récolte un rôle plus important encore que celui des fruits.

B. Influence de la nature du revêtement toxique sur la préservation des fruits.

La nature du dépôt obtenu n'est pas indifférente. Ralph Smith étudia comparativement, tant au laboratoire qu'au verger, la protection donnée par 4 types différents de couvertures obtenues après évaporation de l'eau. Ces types sont les suivants :

a. *Mist coverage* (recouvrement en brouillard). — Recouvrement obtenu à la suite d'une pulvérisation en brouillard, faite sans insister : le fruit étant recouvert uniformément de fines particules de bouillie isolées;

b. *Coarse coverage* (recouvrement grossier). — Résultat d'une pulvérisation faite avec le même type de jet mais en insistant davantage, de manière à obtenir de

[1] Smith (R.-E.). — The efficacy of lead arsenate in controlling the codling moth. (*Hilgardia*, vol. I, n° 17, p. 403-453, 1926.)

grosses gouttes à contour circulaire, en arrêtant la projection du liquide avant que les gouttes ne se déplacent;

c. Overspray coverage (recouvrement obtenu à la suite d'un excès de pulvérisation). — La pulvérisation est continuée plus longtemps que pour l'obtention du recouvrement précédent, de manière à ce que le liquide commence à couler, donnant ainsi naissance à de grosses gouttes de forme irrégulière; elle est arrêtée avant que la solution ne se rassemble dans les parties basses du fruit;

d. *Film coverage* (recouvrement en pellicule). — Ce recouvrement est obtenu en ajoutant à la bouillie un produit abaissant assez la tension superficielle pour que les gouttelettes se réunissent et forment une pellicule liquide continue. Pour réaliser cette couverture, Smith, dans ses essais, employa un mélange de 25 p. 100 de caséine et 75 p. 100 de chaux hydratée, à raison de 1 livre de mélange pour 100 gallons de bouillie.

Sur des pommes, à toutes les concentrations, le premier type de dépôt donna les moins bons résultats; les trois autres types permirent de réaliser une protection sensiblement équivalente aux concentrations de 1/2 livre à 4 livres pour 100 gallons d'eau [1]. Aux concentrations supérieures à 4 livres, le *film coverage* se révéla nettement le meilleur.

Tous ces essais avaient été faits avec un arséniate diplombique en poudre, donnant à l'analyse 31,2 p. 100 d'anhydride arsénique total et 0,11 p. 100 d'anhydride arsénique soluble.

Mais, si aux concentrations de 1/2 livre à 4 livres, les trois derniers types de dépôt montrent une efficacité sensiblement voisine, l'analyse chimique décela que, pour des résultats sensiblement identiques, la quantité d'arsenic sur les fruits, par centimètre carré, était trois fois plus faible avec le *film coverage* qu'avec les deux autres types de dépôts. Ce recouvrement est donc nettement celui qui permet d'assurer, le mieux ou tout au moins le plus économiquement, la protection des fruits à toutes les concentrations essayées.

C. Nécessité de l'étude de l'action des mouillants et adhésifs.

Comment obtenir sur les fruits et le feuillage ce revêtement continu? Il paraît tout d'abord impossible de le réaliser par deux pulvérisations successives, la seconde étant effectuée après évaporation sur les feuilles et les fruits du liquide projeté par la première car, comme Ralph Smith l'a constaté, les gouttelettes de la seconde viennent exactement recouvrir les dépôts laissés par celles de la première et non pas se placer dans les intervalles non recouverts. Une double pulvérisation n'aura donc pas d'autre effet que d'augmenter l'épaisseur des taches.

Si une telle pratique peut influer heureusement sur l'efficacité du traitement, elle n'en sera pas moins onéreuse, tant par la quantité plus grande de bouillie utilisée que par le temps supplémentaire dépensé.

[1] Nous rappelons que la livre (pound) vaut 0 kilogr. 453 et le gallon 4,54 litres.

L'on admet généralement que la manière la plus sûre d'aboutir au résultat cherché consiste à ajouter aux bouillies des produits spéciaux ou mouillants *substances explosives de deux dimensions* (*des surfaces*) suivant l'heureuse expression de Pastac [1], provoquant l'étalement des gouttes sur les parties traitées immédiatement après leur dépôt. Cette conception, peut-être un peu trop simpliste, a été critiquée dernièrement par Héranger [2] qui a eu le mérite de mettre en lumière le rôle joué dans la mouillabilité par le temps de la pulvérisation mais aboutit à des conclusions trop absolues, cet auteur n'ayant pas tenu compte de l'influence de la nature même de la surface à mouiller, c'est-à-dire de l'action « interfaciale » réciproque du liquide et de la surface d'épandage. Comme le fait justement remarquer Desrue [3] *ce sont des faits d'expériences empiriques comme d'expériences au sens scientifique que tous les liquides ne mouillent pas toutes les surfaces solides et qu'en particulier l'eau, liquide suspenseur normal des bouillies agricoles* (*ou dissolvant normal des solutions agricoles*) *ne mouille pas nombre de surfaces végétales ou animales que les corps actifs dont elle est le véhicule sont chargés de protéger ou de détruire.* Il est bien établi, tout au moins empiriquement, que l'addition de certains produits peut communiquer à un liquide le pouvoir de mouiller des surfaces qu'il ne mouillerait pas autrement, quels que soient le temps de la pulvérisation, la pression et la quantité de liquide employé. Sans méconnaître l'importance des autres facteurs entrant en jeu, l'eau ne mouillant pas ou mal le feuillage ou les fruits, si l'on veut améliorer la technique des traitements l'on est nécessairement amené à étudier l'action exercée sur les bouillies par l'addition des mouillants.

Contre le ver des fruits, comme contre la Tavelure, l'effet recherché est essentiellement préventif. Le revêtement laissé sur les arbres par les pulvérisations doit, malgré les pluies, rester suffisamment riche à la fois en arsenic et en cuivre pour s'opposer efficacement aux attaques de ces parasites pendant toute la période critique, sans qu'il soit nécessaire de renouveler constamment les applications. De là, la nécessité d'obtenir des dépôts adhérents et l'intérêt de l'étude des produits susceptibles de communiquer aux bouillies la propriété d'en donner de tels.

II. CONDUITE DES ESSAIS.

A. Choix de produits à essayer.

De très nombreux produits ont été préconisés comme mouillants mais, en agriculture, leur choix est limité. Il est nécessaire, en effet, qu'il n'y ait pas incompatibilité entre le mouillant et les produits insecticides ou anticryptogamiques que

[1] Pastac. — Communication verbale. (*La Défense des Végétaux*, t. II, p. 255-256.)

[2] Héranger (S.-F.). — Pulvérisations et mouillabilité des bouillies. (*Revue de viticulture* du 10 janvier 1935 et suivants et un tirage à part de 36 pages.)

[3] Desrue (A.). — Bouillies mouillantes et mouillants. (*Progr. agric. et vit.*, t. LII, p. 228-231 et 257-262, 1935.)

renferment les bouillies utilisées, qu'il soit inoffensif pour les cultures à traiter et que son emploi soit économique, trois conditions assez difficiles à réaliser en pratique.

Dans des publications récentes, Ballard [1] et Boutaric [2] donnent une liste des produits susceptibles d'être utilisés. Nous citerons, d'après ces auteurs, la caséine, la gélatine, les savons, les saponines, les acides biliaires, les résines et les alcools terpéniques qui en dérivent. Nous y ajouterons l'alcool amylique, préconisé auparavant par Boutaric, Doladilhe et Pietttre [3] pour l'emploi des matières colorantes.

La gélatine et les savons donnent avec la plupart des sels métalliques des combinaisons insolubles et, à ce titre, ne nous ont pas semblé devoir être essayés.

Les saponines sont d'un prix de revient prohibitif.

La caséine, employée sous forme de caséinate alcalin ou alcalino-terreux, ne possède que des propriétés mouillantes faibles. Par contre, elle est un très bon adhésif et, rien qu'à ce titre, méritait d'être essayée. D'autre part, c'est avec ce produit que Ralph Smith avait réalisé le *film coverage* qui, dans ses recherches, s'est montré le meilleur. Il était donc intéressant de mettre son action en parallèle avec celle d'autres produits considérés comme des mouillants bien supérieurs et, en tous cas, susceptibles d'abaisser beaucoup plus sensiblement la tension superficielle des bouillies employées.

Parmi ces produits paraissent se placer les résines et leurs dérivés sur lesquelles un certain nombre de communications sont venues attirer l'attention au cours de ces dernières années, les sels biliaires également, dont l'emploi avait déjà été préconisé dès 1913 par Ballard et qui sont à la base d'un certain nombre de mouillants du commerce très employés en pratique. Ces divers produits jouissent non seulement de propriétés mouillantes mais sont également d'excellents adhésifs.

Pour pouvoir distinguer la part qui revient à l'adhérence de celle qui revient à la mouillabilité, il était intéressant de joindre à cette série un produit comme l'alcool amylique dont le pouvoir adhésif est à peu près nul. Nous avons donc finalement fixé notre choix sur les produits suivants :

a. Caséine, produit peu mouillant mais excellent adhésif;
b. Alcool amylique, produit très mouillant mais non adhésif;
c. Sels biliaires, à la fois mouillants et adhésifs;
d. Résine, sous forme colloïdale, à la fois mouillante et adhésive;
e. Alcools terpéniques sulfonés, à la fois mouillants et adhésifs.

Les sels biliaires, la résine colloïdale et les alcools terpéniques sulfonés ont été employés sous forme de préparation commerciale dont nous indiquons au tableau I le pourcentage en produit actif.

[1] Ballard (P.). — Note sur la mouillabilité des bouillies agricoles. (*Progrès agric. et vit.*, t. L, p. 471-477, 1933.)

[2] Boutaric (A.). — Les mouillants, les adhésifs et les colloïdaux. (*La Défense des Végétaux*, t. I, p. 401-414.)

[3] Boutaric (A.), Doladilhe (M.), Pietttre (M.). — *Journal officiel* du 6 juin 1932 et *Revue de viticulture* du 11 août 1932.

TABLEAU I.

Bouillie bordelaise arsenicale.

NATURE des éléments actifs du mouillant ou de l'adhésif ajouté à la bouillie.	QUANTITÉ du produit par hectolitre.	NOMBRE de gouttes au compte-gouttes de Duclaux.	OBSERVATIONS sur la tenue de la bouillie après l'addition du produit.	NUMÉRO d'ordre du lot traité.	DATE des traitements.
Ni mouillant, ni adhésif.....	0	1..... 100.. 2..... 100..	Mousse très peu.	1	18 avril. 21 mai. 12 juin.
Caséine.....	100 grs. + 100 grs CaO.	1..... 106.. 2..... 103..	Mousse beaucoup.	2	18 avril. 21 mai 12 juin.
Alcool amylique.	0,5 litre.....	1..... 137.. 2..... 146..	Ne mousse pas..	3	18 avril. 21 mai. 12 juin.
Sels biliaires...	0,5 litre d'un produit commercial contenant environ 30 o/o de sels biliaires.	1..... 133.. 2..... 135..	Mousse beaucoup.	4	18 avril. 21 mai. 12 juin.
Résine colloïdale.	1 litre d'une solution commerciale à 0 kg. 500...	1..... 119.. 2..... 117..	Mousse beaucoup.	5	18 avril. 21 mai. 11 juin.
Alcools terpéniques sulfonés.	*a.* 100 grs. d'un produit commercial à 80 o/o (mouillant A).....	1..... 144.. 2..... 146..	Mousse très peu.	6	18 avril. 21 mai. 12 juin.
	b. 100 grs. d'un produit commercial à 90 o/o (mouillant B).....	1..... 145..	Mousse très peu.	6 *bis.*	18 avril. 21 mai. 12 juin.

B. Composition des bouillies employées.

Contre la Tavelure, la bouillie la plus habituellement préconisée est la bouillie bordelaise à 1 p. 100 de sulfate de cuivre. La bouillie bourguignonne et la solution de verdet risquent, en effet, beaucoup plus que la première de causer des brûlures sensibles aux fruits et aux feuillages. La bouillie à l'oxychlorure de cuivre, dont l'emploi est conseillé depuis quelques années, n'a pas encore fait suffisamment ses preuves pour qu'il soit dès maintenant possible d'envisager sa substitution à une formule ayant depuis longtemps montré sa valeur. Quant à la bouillie sulfocalcique, conseillée surtout pour les traitements des variétés de Pommiers sensibles au Cuivre, son efficacité s'est montrée inférieure dans la plupart des cas à celle des bouillies cupriques.

Contre le Carpocapse, l'insecticide le plus habituellement prôné est l'arséniate diplombique. C'est donc sur un arséniate de ce type que s'est également porté tout d'abord notre choix.

Mais, au cours des années antérieures, nos recherches nous avaient permis de mettre en évidence la valeur de la cryolithe dont l'emploi paraît indiqué pour l'exécution des traitements à effectuer lorsque l'emploi des arsenicaux est interdit. Au cours de nos essais de 1934 [1], employé soit avec une bouillie à l'oxychlorure, soit en simple suspension aqueuse, ce produit avait donné des résultats sensiblement identiques à ceux obtenus d'autre part avec un arséniate diplombique. Mais l'on n'est pas encore bien fixé sur les mélanges à conseiller ou à déconseiller avec ce produit, et en particulier si son emploi est compatible avec celui de la chaux. Il était, dans ces conditions, intéressant de voir comment il se comporterait, ajouté à la bouillie bordelaise, celle-ci additionnée en plus des produits à essayer.

Pour l'étude comparative de l'action des différents mouillants et adhésifs retenus, c'est donc à une bouillie bordelaise, à l'exclusion de toute autre formule à base de cuivre, que nous avons pensé devoir les ajouter, bouillie additionnée soit d'un arséniate diplombique, soit de cryolithe.

La composition de cette bouillie était la suivante :

Sulfate de cuivre neige	1 kilogramme.
Chaux en poudre (jusqu'à alcalinité au papier de tournesol) environ	1 kilogramme.
Eau	100 litres.

L'arséniate a été employé à raison de 0 kilogr. 600, la cryolithe de 1 kilogramme par hectolitre. Nous donnons, ci-après, l'analyse complète de chacun de ces produits.

[1] Joessel (P.-H.) et Suau (J.). — Essais de traitements contre le Carpocapse en 1934 (*Bull. Off. régional agricole du Midi*, n° 55, juillet 1935.)

Arséniate diplombique.

(Arséniate de plomb F de nos essais de 1934.)

Arsenic total	11 p. 100.
Anhydride arsénique combiné	16 p. 100.
Anhydride arsénique libre	0,2 à 0,3 p. 100.
Anhydride arsénieux combiné	0,3 p. 100.
Anhydride arsénieux libre	0,2 p. 100.
Plomb	31 p. 100.

Rapport pondéral :

$$\frac{\text{Anhydride arsénique}}{\text{Plomb}} = 0{,}516.$$

Rapport moléculaire :

$$\frac{\text{Anhydride arsénique}}{\text{Plomb}} = 0{,}466$$

Rapport pondéral :

$$\frac{\text{Anhydride arsénique}}{\text{Oxyde de plomb (PbO)}} = 0{,}479.$$

Acidité libre	Néant.
Arséniate triplombique	Traces.
Eau	0,20 à 0,10 p. 100.

Cryolithe.

Fluorure double d'aluminium et de sodium	91,81 p. 100.
Fluor	50,14 à 50,18 p. 100.
Aluminium	12,92 à 13,65 p. 100.
Sodium	26,51 à 27,78 p. 100.
Chaux	1,56 p. 100.
Caséine soluble	5,09 p. 100.
Colorant (bleu de méthylène)	0,91 p. 100.
Eau	0,90 p. 100.
Non dosé	0,70 p. 100.

C. Appareillage.

Pour l'application de la bouillie arsenicale ou de la bouillie à la cryolithe, nous nous sommes servi d'un pulvérisateur « Fruidor », fabriqué par les établissements Berthoud de Belleville-sur-Saône, à réservoir de 50 litres, dont la pression assurée par pompage à bras peut atteindre 20 kilogrammes. Cet appareil nous a été obligeamment prêté par le propriétaire chez qui nous avons travaillé.

D. Détail des essais.

Nos essais ont été faits dans un verger situé à proximité immédiate d'Avignon, appartenant à M. E. Dufour. Ils ont porté uniquement sur des poiriers d'une trentaine d'années de la variété *Beurré Giffard* greffés sur cognassier mais affranchis depuis longtemps et ayant pris avec l'âge un fort développement. Ces arbres, formés primitivement en gobelet, sévèrement taillés au cours de l'hiver 1932-1933, avaient été simplement débarrassés de leurs gourmands et de leur bois mort au cours des deux hivers suivants.

Tous les arbres, aussi bien ceux destinés à servir de témoins que les autres, avaient reçu au préalable, au début du débourrement, dans les derniers jours de mars, un traitement à la bouillie bordelaise destiné à prévenir les attaques précoces de Tavelure.

Le verger mis à notre disposition comportait 22 arbres; nous avons d'abord constitué 8 lots aussi homogènes que possible de 2 arbres chacun : un lot témoin (lot n° 0) et 7 lots (6 lots numérotés de 1 à 6 et 1 lot numéroté 6 *bis*). Les arbres du lot n° 1 ont été traités à la bouillie bordelaise arsenicale seule, les 6 autres avec la même bouillie, mais additionnée pour chacun des lots d'un produit différent suivant les indications du tableau I. Chacun des 6 arbres restants ont été traités à la bouillie bordelaise à la cryolithe, employée seule sur le premier arbre, additionnée pour chacun des arbres suivants d'un mouillant ou adhésif comme l'indique le tableau II.

E. Conditions dans lesquelles ont été effectués les essais.

Les arbres ont reçu trois pulvérisations, de la chute des pétales à la récolte, aux dates indiquées sur les tableaux I et II; la première exécutée quand 90 p. 100 au moins des fleurs étaient passées.

Étant donné le développement des arbres et leur hauteur, nous nous sommes servi pour l'application des bouillies d'une lance bambou de 1 m. 50 munie d'un bec réglable permettant de travailler avec un jet en brouillard ou en pinceau. Nous avons essentiellement utilisé le jet en brouillard, n'intervenant avec le jet pinceau que dans les parties les plus touffues, pour l'exécution des second et troisième traitements, après le développement du feuillage.

La quantité de liquide employée a été de 25 litres environ par arbre et par traitement, pulvérisée en deux applications successives de manière à réaliser un revêtement protecteur aussi parfait que possible. L'opérateur monte dans l'arbre et commence à traiter les parties plus élevées, puis l'intérieur; après être descendu à terre, il continue à pulvériser l'extérieur en tournant autour du poirier et, une fois la bouillie séchée sur les feuilles et les fruits, recommence la même opération dans le même ordre.

TABLEAU II.

Bouillie bordelaise à la cryolithe.

NATURE DES ÉLÉMENTS ACTIFS du mouillant ou de l'adhésif ajouté à la bouillie.	QUANTITÉ DU PRODUIT par hectolitre.	NOMBRE DE GOUTTES au compte-gouttes de Duclaux.	OBSERVATIONS sur la TENUE DE LA BOUILLIE après l'addition du produit.	NUMÉRO D'ORDRE de l'arbre traité.	DATE DES TRAITEMENTS.
Ni mouillant, ni adhésif.....	//	1..... 103.. 2..... 103..	Mousse un peu..	1	19 avril. 21 mai. 13 juin.
Caséine.....	100 gr. + 100 gr. CaO.	1..... 103.. 2..... 103..	Mousse beaucoup.	2	19 avril. 21 mai. 13 juin.
Alcool amylique.	0,5 litre.....	1..... 137.. 2..... 137..	Ne mousse pas..	3	19 avril. 22 mai. 13 juin.
Sels biliaires...	0,5 litre d'un produit commercial....	1..... 133.. 2..... 135..	Mousse beaucoup.	4	19 avril. 21 mai. 13 juin.
Résine colloïdale.	1 litre d'une solution commerciale à à 0 kg. 500..	//	Mousse beaucoup.	5	19 avril. 21 mai. 13 juin.
Alcools terpéniques sulfonés.	100 grs. d'un produit commercial à 80 o/o.....	1..... 156.. 2..... 160..	Mousse très peu.	6	19 avril. 21 mai. 13 juin.

Nous n'ignorons pas les objections faites à la détermination du pouvoir mouillant des bouillies par la seule mesure de leur tension superficielle [1]. Nous avons cru, néanmoins, intéressant à titre indicatif de déterminer cette dernière pour chacune des bouillies, au moyen du compte-goutte de Duclaux, avant l'exécution du premier traitement. Les résultats des mesures successives faites avant l'exécution du premier traitement après la préparation de chaque bouillie ont été portés sur les tableaux I et II.

III. RÉSULTATS OBTENUS.

Sans répondre aux espérances que permettaient l'abondance des fleurs, la récolte néanmoins a été satisfaisante sur la plupart des arbres et, à l'exception des poiriers 1 et 4 traités à la bouillie à la cryolithe, le nombre de fruits largement suffisant pour nous permettre de faire état de nos essais.

Dans l'ensemble, les attaques d'Anthonomes (*Anthonomus pomorum* L.) et de Cecidomyes (*Contarinia pyrivora* Riley) ont été négligeables; la Tavelure et le *Monilia* n'ont causé que de faibles dommages. Nous avons capturé dans nos pièges les premiers papillons de Carpocapse le 20 mai et constaté les premières attaques de chenilles sur fruits le 29 mais, jusque vers le 15 juin, le nombre de poires véreuses est resté insignifiant, même sur les arbres témoins. Ce n'est qu'à partir de cette date que leur nombre a crû rapidement, sans que leur proportion atteigne et de beaucoup celle de l'année 1934.

Les comptages ont été faits exactement comme les années précédentes et leurs résultats consignés dans les tableaux n° III et n° IV.

IV. DISCUSSION DES RÉSULTATS.

A. Résultats obtenus contre le carpocapse.

1° *Arbres traités à la bouillie bordelaise arsenicale.*

Les résultats obtenus ont été loin de répondre pleinement à notre attente. Si nous constatons sur les arbres traités une proportion beaucoup plus faible de fruits véreux ou tavelés que sur les arbres témoins, par contre les différences entre les pourcentages des uns et des autres sur les poiriers traités à la bouillie seule et ceux avec la bouillie additionnée d'un mouillant ou d'un adhésif sont

[1] Lire en particulier à ce sujet les intéressantes communications suivantes :

Boutaric (A.). — Sur l'appréciation du pouvoir mouillant des solutions ou des bouillies utilisées en agriculture. (*C. R. Ac. Agr. France*, t. XIX, p. 10 1010, 1933.)

Meyer (A.). — Sur l'emploi des agents mouillants dans la lutte contre les ennemis des cultures. (*C. R. Ac. Agr. France*, t. XX, p. 39-42, 1934.)

TABLEAU III.

Arbres traités à la bouillie bordelaise arsenicale.

MOUILLANT ou adhésif ajouté.	Numéro d'ordre des arbres.	TOTAL des fruits comptés.	FRUITS sains.	FRUITS véreux,	FRUITS TAVELÉS.			FRUITS attaqués par le Monilia.
					légèrement.	gravement.	total.	
			p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.
Témoin n° 0 sans traitement	1	385	52,2	41,0	6,7	1,8	8,5	0,2
	2	513	64,3	33,3	2,3	0,7	3,1	0
Bouillie sans mouillant ni adhésif	1	1.220	94,0	5,9	0	– de 0,1	– de 0,1	0
	2	1.201	91,5	7,9	0,4	0	0,4	0,1
Caséine	1	1.243	93,0	6,9	– de 0,1	0	– de 0,1	– de 0,1
	2	1.391	91,5	8,4	– de 0,1	0	– de 0,1	0
Alcool amylique	1	1.588	92,6	6,8	0,3	0,1	0,5	0
	2	299	96,6	3,3	0	0	0	0
Adhésif à base de sels biliaires	1	1.472	91,9	7,8	0,2	0	0,2	0,2
	2	199	94,4	5,5	0	0	0	0
Résine colloïdale	1	1.128	96,7	3,2	0	0	0	0
	2	372	93,8	6,1	0	0	0	0
Mouillant A	1	2.557	95,4	4,5	0	0	0	0
	2	608	93,5	5,9	0,4	0	0,4	0,3
Mouillant B	1	1.733	96,8	3,1	0	0	0	0
	2	1.173	95,6	4,2	– de 0,1	0	– de 0,1	0

TABLEAU IV.

Arbres traités à la bouillie bordelaise additionnée de cryolithe.

MOUILLANT OU ADHÉSIF AJOUTÉ.	DATE DES COMPTAGES.	TOTAL DES FRUITS par comptage.	FRUITS SAINS. TOTAL.	FRUITS SAINS. P. 100.	FRUITS VÉREUX. TOTAL.	FRUITS VÉREUX. P. 100.
Pas d'adhésif ou de mouillant	2 juillet	//	//	//	//	//
	6 juillet	//	//	//	//	//
	9 juillet	//	//	//	//	//
	13 juillet	52	45	85,5	7	13,4
	20 juillet	2	2	100,0	0	0,0
Total		54	47	87,0	7	12,9
Caséine	2 juillet	9	4	44,4	5	55,5
	6 juillet	38	30	78,9	8	21,0
	9 juillet	45	36	80,0	9	20,0
	13 juillet	39	37	94,8	2	5,1
	20 juillet	//	//	//	//	//
Total		131	107	81,6	24	18,3
Alcool amylique	2 juillet	//	//	//	//	//
	6 juillet	//	//	//	//	//
	9 juillet	//	//	//	//	//
	13 juillet	45	43	95,5	2	4,4
	20 juillet	8	6	75.0	2	25,0
Total		53	49	92,4	4	7,5
Adhésif à base de sels biliaires	2 juillet	12	9	75,0	3	25,6
	6 juillet	37	32	86,4	5	13,5
	9 juillet	60	56	93,3	4	6,6
	13 juillet	148	138	93,2	10	6,7
	20 juillet	2	2	100,0	0	0,0
Total		259	237	91,5	22	8,4
Résine colloïdale	2 juillet	166	140	84,3	26	15,6
	6 juillet	137	116	84,6	21	15,3
	9 juillet	85	75	88,2	10	11,7
	13 juillet	23	21	91,3	2	8,6
	20 juillet	1	1	50,0	1	5,0
Total		413	353	85,4	60	14,5
Mouillant A (80 o/o d'alcools terpéniques sulfonés)	2 juillet	104	91	87,5	13	12,5
	6 juillet	//	//	//	//	//
	9 juillet	110	99	90,0	11	10,0
	13 juillet	28	27	96,4	1	3,5
	20 juillet	7	7	100,0	0	0,0
Total		249	224	89,9	25	10,0

faibles dans l'ensemble. D'autre part, l'écart entre les pourcentages des fruits véreux sur les deux arbres d'un même lot est en général sensible et la plus grande prudence s'impose, par conséquent, pour tirer un enseignement de ces premières recherches.

A première vue, l'addition d'un mouillant ou d'un adhésif ne semble pas apporter en pratique une amélioration très nette de l'efficacité de la bouillie employée contre le Carpocapse. Ne nous hâtons pas toutefois de conclure dans ce sens à la suite d'une première année d'essais, car les circonstances n'ont pas été favorables à l'obtention de résultats concluants. Dans un travail précédent [1], l'un de nous a énoncé les principaux facteurs conditionnant la gravité des attaques de la pyrale des fruits, parmi lesquels l'éclairement et l'abondance des fruits jouent un grand rôle. Or, si homogènes que soient les arbres, il est bien rare qu'ils soient placés à ce double point de vue dans des conditions identiques. Si l'écart entre les proportions des fruits véreux des deux arbres traités d'un même lot est important, il l'est encore plus entre les deux arbres du lot témoin (41,0 et 33,3).

L'influence de l'éclairement et de l'abondance des fruits se manifeste d'autant plus que les papillons sont moins nombreux et plus dispersés et, par conséquent, surtout sur les variétés précoces dont la maturité suit de près l'époque du premier vol. Plus tard en saison, ou les années de graves attaques, les différences entre les proportions de fruits véreux sur les arbres non traités deviennent moins sensibles. C'est ainsi qu'en 1934, année caractérisée par le petit nombre de fruits offerts sur les arbres aux atteintes de l'insecte, avec comme conséquence une quantité très élevée de fruits véreux même sur les variétés les plus précoces, le pourcentage de ces derniers atteignait respectivement 94,6 et 89,5 sur les deux mêmes poiriers *Beurré Giffard,* non traités en 1935 et qui nous avaient également alors servi de témoins. Il nous est donc permis de croire que si nos essais avaient été faits une année de forte invasion, nous aurions pu enregistrer, en même temps que des résultats plus homogènes pour les arbres d'un même lot, des différences nettement plus sensibles suivant les bouillies employées.

Il nous paraît également nécessaire de faire observer que les essais ont été faits sur une variété précoce, de défense relativement aisée, dont le feuillage et les fruits se laissent assez facilement recouvrir de bouillie. D'autre part, la bouillie bordelaise, légèrement alcaline donne déjà et sans aucune addition, un dépôt adhérent. Elle mouille assez bien beaucoup de surfaces végétales, beaucoup mieux dans la plupart des cas que l'eau pure. L'addition de produits mouillants et d'adhésifs semble donc plus indiquée pour les traitements à effectuer plus tard en saison, en visant uniquement le Carpocapse. Le cuivre alors devient inutile et il y a intérêt à employer l'arséniate simplement en une suspension aqueuse, dont la mouillabilité a nettement besoin d'être augmentée. C'est dans ce sens que nous comptons diriger nos essais en 1936, en les faisant porter sur la variété

[1] Joessel (P.-H.). — Remarques sur la biologie du Carpocapse. (*Bull. Off. reg. agr. du Midi*, n° 53, janvier 1935.)

Monsallard dont les fruits sont beaucoup plus difficiles à mouiller que ceux de *Beurré Giffard.*

Les quantités de produits mouillants ajoutés à la bouillie, quantités conformes aux indications des fabricants ou aux habitudes des propriétaires, n'ont peut-être pas été suffisantes car, dans la plupart des cas, le nombre de gouttes au compte-goutte de Duclaux a été inférieur à 150-160, nombre fixé par Boutaric comme un minimum [1].

Porter un jugement définitif sur la valeur des produits expérimentés est nettement prématuré. Nous établirons, toutefois, sous toutes réserves, une classification provisoire. Un seul mouillant, le mouillant B (à 90 p. 100 d'alcools terpéniques sulfonés) a permis d'enregistrer sur les deux arbres du lot traité en l'ajoutant à la bouillie (lot 6 *bis*) des résultats nettement supérieurs à ceux obtenus sur les deux arbres ayant reçu la bouillie bordelaise seule.

Viennent ensuite, sensiblement sur le même plan, le mouillant A (à 80 p. 100 d'alcools terpéniques sulfonés) et la résine colloïdale. Ces deux produits ont, sur l'un des arbres de leurs lots respectifs, permis d'obtenir un pourcentage de fruits véreux nettement plus bas que sur l'arbre le plus favorisé à ce point de vue du lot traité à la bouillie seule, et sur l'autre, une proportion sensiblement égale à celle de cet arbre.

Les résultats obtenus après l'addition de sels biliaires sont sensiblement identiques à ceux constatés sur les arbres traités à la bouillie simple.

L'adjonction de caséine semble avoir eu un effet plutôt défavorable. Nos résultats sur ce point sont en désaccord avec ceux de Ralph Smith, mais nous ne sommes pas le seul à avoir fait des constatations analogues.

L'écart entre les pourcentages enregistrés sur les deux arbres du lot traité avec la bouillie additionnnée d'alcool amylique est trop grand pour nous permettre une appréciation quelconque.

2° *Arbres traités à la bouillie bordelaise à la cryolithe.*

Dans l'ensemble, les résultats obtenus sur les arbres traités avec la bouillie à la cryolithe, tout en étant supérieurs à ceux constatés sur les témoins, ont été moins bons dans l'ensemble que sur les poiriers traités à la bouillie arsenicale. Ils ne concordent nullement avec ceux que nous avons obtenus en 1934 et également en 1935, au cours d'essais dont nous nous proposons de bientôt rendre compte. Nous pensons que l'infériorité de la cryolithe sur l'arséniate diplombique est surtout la conséquence du mélange du produit fluoré à une bouillie à la chaux, déconseillé déjà par quelques auteurs.

Les écarts entre les proportions de fruits véreux sur les différents arbres sont plus sensibles que ceux que nous avons constatés sur les poiriers traités à la bouillie arsenicale. Ce fait est probablement aussi la conséquence d'une action du produit ajouté sur la cryolithe, diminuant son activité. Il n'y a en effet aucune

[1] Vœu présenté au Congrès de la Défense sanitaire des Végétaux en janvier 1934.

relation entre les pourcentages de fruits véreux enregistrés sur les arbres et les quantités de fluor résiduel données par l'analyse à la récolte (tableau V). C'est ainsi que la caséine, dont l'emploi avec les produits fluorés avait déjà été déconseillé par Newcomer [1], a donné les moins bons résultats [2].

Fait à signaler, c'est sur l'échantillon de poires traité avec ce produit que l'analyse a permis de déceler la plus forte quantité de fluor.

Malgré les différences nettes enregistrées entre les pourcentages de fruits véreux constatés sur les différents arbres, nous serons très circonspects dans l'appréciation de la valeur comparée des produits. Un résultat très important pour l'établissement d'un classement nous paraît en effet douteux, celui obtenu sur l'arbre traité avec la bouillie sans addition, étant donnée la faible quantité de fruits à la récolte. Le petit nombre de poires nous oblige également à ne pas tenir compte de l'essai avec la bouillie additionnée d'alcool amylique. Nous nous bornerons à signaler que l'adhésif à base de sels biliaires et le mouillant A (à base d'alcools terpéniques sulfonés) ont donné des résultats assez satisfaisants et de peu inférieurs à ceux obtenus avec la bouillie arsenicale caséinée. La question présentant une grande importance pratique, nous comptons reprendre son étude dans les années à venir.

B. Résultats obtenus contre la Tavelure.

Sur tous les arbres traités à la bouillie bordelaise à la cryolithe la quantité de fruits tavelés a été si faible que nous avons jugé inutile d'en tenir compte et de la porter sur le tableau IV; sur ceux traités à la bouillie bordelaise arsenicale, bien que supérieure, elle n'en est pas moins insuffisante pour nous permettre une appréciation quelconque sur la valeur des produits. Leur addition à la bouillie cuprique n'a pas ajouté grand chose à l'efficacité déjà parfaitement démontrée de cette dernière. Nous ajouterons, toutefois, que si la *Beurré Giffard* est une des variétés commerciales qui, en Provence, est la plus sensible à la Tavelure, cette affection n'a guère sévi en 1935 et que le pourcentage des fruits attaqués a été faible même sur les arbres non traités. Il y aurait donc lieu, avant de conclure, de reprendre ces essais et, de préférence, dans une région plus humide que la Provence, où les arbres et leur récolte ont davantage à en souffrir.

[1] Newcomer (E. J.). — Suggested use of certain fluorine compounds for codling moth control in the Pacific North-west.

[2] Nous ferons toutefois remarquer à ce sujet que la cryolithe employée, produit commercial, contient déjà par kilogramme 50 grammes de caséine ajoutée par le fabricant. Cette proportion, dans des essais faits par ailleurs, ne semble pas avoir eu d'influence sensible sur son action. Mais l'addition de 100 grammes supplémentaires paraît évidemment de nature à modifier une grande partie de ses propriétés.

TABLEAU V.

Quantités de Fluor résiduel sur l'échantillon de poires récoltées le 13 juillet sur les arbres des différents lots traités à la bouillie bordelaise à la cryolithe.

MOUILLANT ou adhésif employé.	FRUITS. Nombre par échantillon.	FRUITS. Poids total en grammes.	POIDS de NaF ajouté.	DOSAGE. N° 1.	DOSAGE. N° 2.	ÉQUIVALENT au F de 1 cm³ de la solution d'yttrium.	POIDS TOTAL de F sur 6 lots.	POIDS TOTAL de Fp/K° de fruits.
Témoin sans traitement.....	10	575	0,1300	22,5	23	0,00261	0,003	//
Bouillie sans mouillant ni adhésif....	9	720	0,1190	24,6	30,1	0,00281	0,0386	0,053
Caséine.....	9	515	0,1188	29,3	37,5	0,00254	0,0520	0,101
Alcool amylique.....	10	670	0,1032	17,1	17,1	0,00272	néant.	néant.
Sels biliaires.....	10	630	Essai perdu.					
Résine colloïdale....	9	480	0,1500	28,2	34,5	0,00306	0,0406	0,088
Alcools terpéniques sulfonés mouillant A (à 80 o/o).....	9	570	0,1480	27,9	32,3	0,00284	0,0284	0,050

Méthode employée pour le dosage du fluor.

Les pelures, pédoncules des poires et le sac en papier où elles avaient été déposées immédiatement après la cueillette, ont été séchés et calcinés à basse température, dans une capsule de platine, chauffée au-dessous du rouge pour ne pas risquer des pertes de fluor.

Les cendres obtenues, contenant encore un peu de carbone ont été soumises à la fusion alcaline en présence de silice en utilisant un poids uniforme de fondant pour tous les échantillons.

Mélange équimoléculaire CO^3K^2 et CO^3Na^2..... 6 grammes.
SiO^2..... 0 gr. 5.

Cette proportion du flux de fusion est celle qui serait utilisée pour traiter 0 gr. 5 de cryolithe.

La masse fondue a été épuisée par l'eau chaude et la liqueur filtrée a été traitée selon la technique

habituelle, amenée au volume exact de 250 centimètres cubes et enfin titrée par le Nitrate d'Yttrium.

Il y a lieu de noter que le dosage est influencé par de nombreux facteurs tels que la concentration des sels alcalins. Comme les cendres végétales apportent elles-mêmes des éléments perturbateurs dont nous ne pouvions pas mesurer l'influence, nous avons opéré de la manière suivante :

La solution renfermant tout le fluor correspondant à un lot de fruits a été préalablement amenée au volume exact de 250 centimètres cubes. Un premier prélèvement de 100 centimètres cubes additionné d'un poids connu de NaF a été dosé avec une solution titrée de Nitrate d'Yttrium et soit N_1 le nombre de centimètres cubes employés pour obtenir le virage. On ajoute 100 centimètres cubes de la solution à titrer et soit N_2 le nombre total de centimètres cubes nécessaires pour atteindre le deuxième virage. Un calcul simple permet de déterminer, dans chaque cas particulier, l'équivalence en fluor de la liqueur titrée et le poids du fluor contenu.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Des publications récentes ayant attiré à nouveau l'attention sur les produits mouillants et adhésifs, nous avons jugé nécessaire d'étudier l'effet de l'addition de quelques-uns d'entre eux à deux types de bouillies susceptibles d'être utilisées dans la lutte simultanée contre le Carpocapse et la Tavelure. Les travaux de Ralph Smith ont fait connaître que, parmi les différents types de revêtements pouvant être déposés sur les arbres au cours des pulvérisations, c'est le revêtement en pellicule (*film coverage*), obtenu en ajoutant un mouillant à la bouillie, qui donne les meilleurs résultats contre le ver des fruits, tout en permettant de réaliser la plus grande économie en produit actif. C'est donc ce revêtement qu'il y a lieu de chercher à réaliser en pratique, d'où l'intérêt de cette étude. L'adhérence du dépôt protecteur paraît constituer également un facteur important de succès dans la lutte contre ces parasites, et le moyen de la réaliser devait par conséquent trouver également place dans notre programme de recherches.

Un certain nombre de produits, simplement adhésifs (caséine) ou mouillants (alcool amylique) ou jouissant des deux propriétés à la fois (sels biliaires, résine colloïdale, alcools terpéniques sulfonés) ont été étudiés comparativement, ajoutés soit à une bouillie bordelaise arsenicale, soit à une bouillie bordelaise à la cryolithe. Les essais ont été faits dans les conditions même de la pratique, dans un verger, sur la variété de poirier *Beurré Giffard*.

Les résultats obtenus avec la bouillie bordelaise arsenicale additionnée avec l'un ou l'autre des produits essayés n'ont pas présenté de grandes différences avec ceux donnés par la même bouillie employée seule. Nous ne conclurons pas, toutefois, à l'inutilité de l'utilisation en pratique arboricole de ces produits, les conditions réalisées au cours de nos essais n'ayant pas été favorables à leur réussite. Parmi eux, certains ont donné des résultats légèrement supérieurs à la bouillie seule (alcools terpéniques sulfonés, résine colloïdale), d'autres égaux ou même inférieurs (sels biliaires, caséine).

Le pourcentage des fruits sur les arbres traités avec la bouillie à la cryolithe a été plus élevé que sur ceux traités à la bouillie arsenicale. Cette action défavorable de la cryolithe nous paraît due à son emploi en mélange avec une bouillie à base

de chaux, déjà déconseillé par quelques auteurs. Ajoutés à la bouillie à la cryolithe, les produits ayant donné les résultats les meilleurs sont les sels biliaires et les alcools terpéniques sulfonés, les moins bons la caséine.

La Tavelure n'a causé que des dommages pratiquement nuls sur tous les arbres traités et relativement faibles sur les arbres témoins. Il n'est donc pas possible d'établir un classement quelconque entre les produits et même de dire si leur addition est susceptible d'apporter une amélioration sensible à la bouillie bordelaise.

Les recherches que nous avons poursuivies en 1935 ne nous ont pas permis de répondre pleinement aux questions que nous nous étions posés en les abordant. Elles seront reprises sur de nouvelles bases au cours de l'an prochain.

En terminant, nous remercions M. E. Dufour et son fils, M. F. Dufour, de l'obligeance avec laquelle ils ont facilité nos essais en mettant leur beau verger à notre disposition et du zèle avec lequel ils nous ont secondé pendant toute la durée de notre travail.

LES PRINCIPES CONSTITUANTS

DE LA POMME DE TERRE

ET

LE DORYPHORE

RÉACTIONS D'ORDRE SENSITIF CHEZ LA LARVE

par M. Raucourt et B. Trouvelot.

SOMMAIRE.

Pages.

I. — Introduction :

Facteurs déterminant la consommation des plantes par l'insecte :

1° Rapports biologiques entre le Doryphore et les plantes..... 53

2° La gustation, chez les larves, est un facteur déterminant de la consommation des plantes..... 54

3° Hypothèse des principes actifs..... 57

II. — Technique des essais biologiques :

1° Principe..... 58

2° Choix des larves..... 58

3° Matières présentées aux larves..... 58

4° Organisation générale des essais biologiques..... 60

5° Emploi de la moelle de sureau comme support..... 61

6° Phénomène moutonnier chez les larves..... 61

7° Valeur relative des cotes d'attaque..... 62

III. — Localisation des principes actifs :

1° Pressurage des feuilles..... 62

2° Jus obtenus à différentes pressions..... 63

3° Fractionnement du jus entier par filtration..... 63

4° Fractionnement par capillarité..... 63

5° Séparation par sédimentation..... 64

6° Séparation par centrifugation..... 65

7° Fractionnement du jus entier par la chaleur..... 67

8° Conclusion..... 67

IV. — Extraction des principes actifs à l'aide de solvants :

1° Action sensitive des solvants organiques sur les larves..... 69
2° Extraits alcooliques primaires..... 70
3° Perte d'activité des feuilles soumises à l'extraction..... 71
4° Autres techniques d'extraction alcoolique..... 72
5° Chiffres relatifs aux extractions alcooliques..... 73
6° Extraits benzéniques primaires..... 73
7° Fractionnement de l'extrait benzénique primaire..... 74
8° Premier fractionnement de l'extrait alcoolique..... 75
9° Second fractionnement de l'extrait alcoolique..... 75

V. — De quelques propriétés des principes actifs :

1° Solubilité..... 77
2° Volatilité..... 79
3° Action de la chaleur en milieu sec..... 79
4° Action de l'humidité..... 80
5° Vieillissement des principes actifs..... 82
6° Action de la fermentation..... 83
7° Fermentation intense..... 84
8° Matières répulsives dans les jus fermentés..... 85
9° Destruction des principes actifs dans les jus fermentés..... 85

VI. — La question de la solanine :

1° Remarques sur la composition des feuilles de pommes de terre.... 86
2° Tentatives d'extraction de la solanine..... 87
3° Addition de solanine pure..... 87
4° Rapport entre la teneur des extraits en azote et leur activité..... 88

VII. — Influence de la concentration des principes actifs :

1° Rapport entre la concentration et l'intensité des attaques..... 89
2° Comportement des larves en présence de différentes concentrations. 92
3° Activité des extraits d'autres *Solanum* tubérifères..... 94
4° Variations de la richesse en matière active chez la pomme de terre... 94

VIII. — Recherche du caractère attractif ou répulsif d'une plante :

1° Principes..... 95
2° Méthode employée..... 95
3° Résultats donnés par différentes plantes..... 96

IX. — Conclusions..... 97

I. INTRODUCTION.

Facteurs déterminant la consommation des plantes par l'insecte.

Le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say) est un insecte à régime très limité. Pratiquement, il n'évolue que sur un petit nombre de végétaux se rattachant tous à quelques genres de la famille botanique des Solanées. Une localisation aussi étroite est sans doute en rapport avec la présence chez les plantes de composés chimiques jouant un rôle capital dans la vie de l'insecte : c'est sur ce point que nous avons cherché à apporter quelques éclaircissements.

Les études entreprises touchent en même temps à un sujet de pleine actualité : la recherche de *Solanum* tubérifères délaissés par le Doryphore [1].

1. Rapports biologiques entre le Doryphore et les plantes. — L'observation du comportement et de l'évolution de l'insecte permet de distinguer plusieurs catégories de rapports biologiques entre les plantes et lui [2].

Il est indispensable, d'une part, de considérer séparément le stade larvaire et l'insecte parfait, chaque forme pouvant réagir différemment à l'égard du végétal. D'autre part, les rapports biologiques sont de deux ordres bien distincts :

a. *Actions sensitives* s'exerçant par l'intermédiaire de l'odorat, du tact, du goût, et déterminant certains actes de l'insecte, comme la circulation, l'alimentation, etc. (plantes indifférentes, rétentives ou répulsives, plantes consommables ou délaissées).

b. *Actions physiologiques* que le végétal exerce sur l'insecte le consommant et qui se montrent en rapport avec les phénomènes de la nutrition. Leurs effets portent sur le développement d'organes et sur l'ensemble de l'activité vitale des individus (plantes nutritives, inertes ou toxiques).

Le présent travail ne concerne que les actions sensitives exercées sur les larves du Doryphore [3] et envisage spécialement le cas d'une plante rétentive, consommable, et nutritive : la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.).

[1] Pour la réalisation des essais, nous avons été aidés par nos collaborateurs du laboratoire de campagne du Doryphore, auxquels nous sommes heureux de présenter ici nos remerciements : MM. Thénard et Dussy en 1932, M. Castets en 1933 et M. Grison en 1934. Nous remercions également M. Guenot, du Centre de recherches agronomiques, qui a exécuté les graphiques.

[2] Ces phénomènes ont été signalés dans une note précédente : Trouvelot (B.), Lacotte, Dussy et Thénard. — Les qualités élémentaires des plantes nourricières du *L. decemlineata* et leur influence sur le comportement de l'insecte. *C. R. Ac. Sc.*, tome CIIIC, p. 335, 1933.

[3] Une étude sur les insectes parfaits a été entreprise en Amérique, mais les essais semblent avoir été abandonnés : Mc. Indoo (N. E.). — An Insect olfactometer. *J. Econ. Entom.*, tome XIX, page 545, 1926.

2. La gustation, chez les larves, est un facteur déterminant de la consommation des plantes. — La destruction d'une plante par les larves du Doryphore dépend de l'action de divers facteurs :

1° Le premier est la ponte; elle peut se faire sur de nombreuses plantes dont certaines sont incompatibles avec le développement des larves;

2° Le second est formé par l'ensemble des réactions sensitives des jeunes larves au contact du végétal;

3° Enfin, intervient le facteur physiologique précédemment indiqué, qui préservera de la destruction certaines plantes exerçant sur l'insecte une action toxique.

Le tableau I donne des exemples de plantes sur lesquelles l'attaque naturelle par le Doryphore est régie par une évolution larvaire plus ou moins bonne.

Tableau I.

Actions de quelques Solanum *sur les larves de Doryphore.*

PLANTES FAVORABLES à L'ÉVOLUTION LARVAIRE.	PLANTES PEU FAVORABLES A L'ÉVOLUTION LARVAIRE.		PROPORTION DE LARVES ARRIVANT AU TERME de leur croissance.	
	ACTION SENSITIVE défavorable :	ACTION DIGESTIVE défavorable :	Élevages au laboratoire (1).	Observations en plein air.
S. edinense Berthault	.....	.....	60 à 70 p. 100	70 à 80 p. 100
S. tuberosum L. . .	.....	.....	60 à 70 p. 100	60 à 70 p. 100
S. Andigenum Bukass.	.....	.....	.....	60 à 70 p. 100
	S. Caldasii Humb....	.....	30 à 40 p. 100	0 à 10 p. 100
		S. Commersonii Dun..	0 à 10 p. 100	0 p. 100
		S. demissum Lindl...	0 à 10 p. 100	0 p. 100
		S. Jamesii Torr.....	0 à 3 p. 100	0 p. 100
	S. Rantonnetti Carr..	.....	0 p. 100	0 p. 100
	S. aculeatissimum Jaco	.....	0 p. 100	0 p. 100

(1) L'élevage au laboratoire est fait en boîte de Petri au moyen de folioles prélevées sur les plantes. Les chiffres supérieurs qu'on constate souvent dans ce cas s'expliquent par l'absence des risques supplémentaires que courent les larves en plein air (chutes sur le sol, etc.).

L'examen attentif de l'insecte au moment où il attaque une plante va nous montrer que, parmi les facteurs sensitifs, la gustation joue un rôle prépondérant dans l'acte alimentaire. L'expérience se fait de la façon suivante :

Dans un cristallisoir, on répartit, suivant des secteurs alternés et de même surface, des feuilles d'une plante consommée par le Doryphore (*Solanum tuberosum*, par exemple) et d'une plante non attaquée (*S. aculeatissimum*); puis on dépose au centre du récipient un lot de larves ayant atteint les trois quarts de leur développement.

Les larves se dispersent rapidement en tous sens, mais au bout d'un temps relativement court, de l'ordre d'une demi-heure, on les retrouve en grande

majorité groupées sur les feuilles de la pomme de terre qu'elles mangent avidement. Par contre, les feuilles du *S. aculeatissimum* sont délaissées.

En suivant minutieusement les premiers déplacements d'un groupe de larves et en utilisant les données d'ordre statistique fournies par de nombreuses répétitions d'expériences, on conclut que la direction des déplacements des insectes dans le cristallisoir n'a aucun rapport avec l'emplacement des plantes offertes en compétition; les feuilles des deux végétaux étudiés sont visitées sensiblement de la même manière par des larves. Il n'y a donc pas pour celles-ci d'orientation à distance vers une plante plutôt que vers une autre. Ce phénomène est constant pour les 250 formes végétales actuellement examinées.

L'attaque ou le délaissement d'une plante, la concentration sur elle ou l'absence des larves sont provoqués par des contacts entre l'insecte et les tissus végétaux.

Suivons en effet une larve qui circule dans le cristallisoir. Ses déplacements l'amènent à rencontrer des folioles; elle grimpe sur ceux-ci, quelle qu'en soit la nature, et, tout en continuant sa progression, en touche l'épiderme avec ses pièces buccales, puis effectue de petits mordillements. Dès que ces actes ont été réalisés, le comportement de la larve diffère selon la nature du végétal parcouru.

Dans le cas d'un foliole de pomme de terre, la larve intensifie rapidement les mouvements des pièces buccales, augmente le nombre des petits mordillements, réalise une morsure un peu plus forte, absorbe les liquides qui en exsudent, puis très vite s'immobilise et mange avec avidité ce tissu foliaire. Pour les larves avec lesquelles nous opérons, la durée ordinaire d'une attaque est de 5 à 10 minutes et la surface dévorée atteint alors 20 millimètres carrés environ. En opérant avec des larves soumises à un jeûne de quelques heures, les phénomènes d'alimentation se produisent le plus souvent sur le 2^{e} ou le 3^{e} foliole de pomme de terre rencontré. Après avoir mangé, la larve reste fréquemment sur la feuille attaquée, se repose pendant 15 minutes à 1 heure, puis se remet à manger. C'est pour cette raison que nous appelons de telles plantes rétentives, plutôt qu'attractives.

Les larves amenées par leur déplacement sur des feuilles de *S. aculeatissimum* commencent par les mordiller, puis réagissent de façon différente. Les contacts entre les pièces buccales et les feuilles deviennent moins fréquents, l'insecte s'éloigne et, si des morsures sont faites par des individus affamés, elles ne dépassent pas un demi-millimètre carré de superficie. Il n'y a en fin de compte ni consommation appréciable des tissus foliaires, ni arrêt prolongé des larves; la plante est abandonnée.

En expérimentant sur les mêmes espèces cultivées en plein air, les phénomènes se retrouvent identiques. Leurs conséquences sont plus marquées encore : persistance de la majorité des larves mises sur *S. tuberosum* et attaque progressive de la plante; abandon très rapide des *S. aculeatissimum* par toute larve qu'on y a placée ou qui y est venue au cours de ses déplacements. Ces larves, continuellement en mouvement, finissent par tomber à terre et les dégâts sont nuls.

Entre ces deux plantes présentant à ce point de vue des types extrêmes, il existe dans la nature toute une gamme d'intermédiaires; c'est parmi eux que nous trouvons une tubérifère, *S. Caldasii*. En boîte de Petri, elle est partielle-

ment délaissée au profit de *S. tuberosum*, et en plein air, cette affinité réduite se traduit par de nombreux abandons larvaires. La plante arrive, dans bien des cas, à ne subir que des dégâts insignifiants en dépit d'une contamination répétée par de nouvelles pontes.

S. edinense, tubérifère également, offre le type d'une plante ayant à l'égard du Doryphore des affinités encore plus grandes que *S. tuberosum* : en présence des deux espèces au laboratoire, les larves sont drainées par le feuillage de *S. edinense* et celui-ci est l'un des plus rapidement consommés ; en plein air, les stationnements des larves sont excellents sur ses touffes.

Le tableau suivant résume les conclusions de nombreuses observations faites à cet égard.

TABLEAU II.

Relation entre les attaques, au laboratoire, et les abandons larvaires.

PLANTES.	COTES D'ATTAQUE EN BOÎTES DE PETRI [1] (sur 100).	POURCENTAGES DE DISPARITION EN PLEIN AIR des larves écloses sur les plantes.	COTES DE DÉGATS EN PLEIN AIR (sur 100).
S. edinense	80	15 p. 100 en 72 heures.	80
S. tuberosum	70	25 à 30 p. 100 en 72 heures.	70
S. Caldasii	50 à 60	70 p. 100 en 72 heures.	10
S. aculeatissimum	0	100 p. 100 en 24 heures.	0

[1] Pour l'établissement des cotes d'attaque, nous tenons compte à la fois de la rapidité des premières morsures, de l'abondance des individus et de la vitesse de disparition des aliments offerts. Le sujet n'est qu'indiqué ici. Les détails en sont réservés pour un mémoire relatif à la description de la vie du Doryphore sur les plantes.

Une expérience curieuse, au sujet de l'importance du goût dans l'attaque faite par les larves, consiste à donner à celles-ci des feuilles artificielles formées en intercalant une feuille de plante consommée (par exemple de pomme de terre) entre deux feuilles de plantes délaissées.

Les larves attaquent ces sortes de sandwichs en mordillant d'abord la feuille de pomme de terre sur la tranche. Lorsque l'acte alimentaire est déclenché, il se poursuit, comme chez un automate, si bien que l'insecte broie dans un même mouvement les tissus des deux plantes juxtaposées. Cette continuation est subordonnée à la pénétration dans la bouche des insectes d'une certaine quantité de tissu de la plante normalement attaquée.

Toutefois, les consommations sous forme de sandwichs ne sont pas équivalentes pour toutes les plantes délaissées. Avec des pois, des fèves, des haricots, qui sont reconnus dans d'autres essais comme sensiblement indifférents, la consommation est forte, quoique un peu inférieure à celle de la pomme de terre seule. Avec des feuilles de plantes répulsives au contraire (*S. aculeatissimum*), elle est nettement réduite. Ceci laisse à penser que l'action répulsive de ces plantes est compensée par les tissus foliaires de la pomme de terre, qui suffisent à provoquer une certaine consommation.

3. Hypothèse des principes actifs. — Les observations rapportées précédemment, et qui ne sont que le résumé d'un grand nombre d'autres expériences, appellent les conclusions suivantes :

a. Parmi les actions sensorielles qui déclenchent l'attaque des végétaux par le Doryphore, le goût joue un rôle prédominant. En gouvernant l'accomplissement des premières attaques, puis l'ampleur donnée aux morsures ultérieures, en amenant une rétention plus ou moins grande des larves sur le végétal, il détermine pour une part importante la gravité des dégâts. Ceux-ci dépendent en effet à la fois de l'importance des attaques et du nombre d'individus restant sur le végétal à la suite d'une contamination déterminée.

Il n'est pas impossible d'ailleurs qu'il s'ajoute à l'action du goût une certaine part d'odorat ne s'exerçant pour les larves qu'à très courte distance (de l'ordre de 1 centimètre). Ce fait expliquerait le phénomène moutonnier souvent observé : quand une larve passe à proximité immédiate d'une autre occupée à broyer des tissus foliaires, elle se joint à elle, et le rassemblement est d'autant plus important que la matière est plus avidement attaquée par la première larve.

b. Il existe un parallélisme étroit entre les observations faites sur des plantes de plein air et les expériences de laboratoire. On peut prévoir les attaques, en estimer l'intensité, par des essais préliminaires portant sur des fragments de végétaux.

c. Enfin, plusieurs observations, et tout particulièrement la technique des « sandwichs », nous autorisent à admettre l'existence, chez les plantes, de deux ordres de principes antagonistes pouvant varier indépendamment l'un de l'autre, et dont la résultante détermine l'intensité des attaques.

Ceci nous amène à prendre comme hypothèse de travail, pour les recherches biochimiques entreprises, la formule suivante : Il peut exister chez les végétaux des substances qui, introduites dans la bouche de l'insecte, déterminent son attitude à l'égard de la plante. Nous les appelons *principes actifs* quand ils déclenchent la consommation, *principes répulsifs* quand ils l'empêchent. Si les deux groupes de substances sont superposés, l'attaque ou l'abandon se produit, selon que l'un ou l'autre l'emporte. Les principes actifs, pour le Doryphore, semblent n'exister que chez les Solanées.

On peut dire également, en première approximation, que les principes actifs se superposent aux matières nutritives existant chez toutes les plantes, comme un condiment se superpose à un aliment insipide.

Par l'étude exposée ici, nous nous sommes attachés d'abord à déceler, dans les feuilles de pommes de terre, la présence des « principes actifs » précédemment définis, puis à préciser leurs méthodes d'isolement, leurs caractères physiques, chimiques et biologiques, et leurs variations quantitatives dans les tissus végétaux.

II. TECHNIQUE DES ESSAIS BIOLOGIQUES.

1. Principe. — La recherche des principes actifs dont nous avons supposé l'existence chez les Solanées mangées par le Doryphore, et notamment dans les feuilles de pommes de terre, nous a amenés à fractionner ces feuilles par différents procédés mécaniques ou physiques. Les matières obtenues sont offertes à des larves sous des formes permettant une évaluation facile des quantités consommées. Une matière d'activité connue est offerte en même temps comme témoin du bon état et de l'appétit des larves. Les pourcentages de consommation sont notés à des intervalles de temps déterminés. On en déduit le caractère actif ou non des aliments.

2. Choix des larves. — Nous utilisons des larves du début du quatrième âge, soumises à un jeûne préalable. Celui-ci dure seize heures, du soir au matin, à une température d'environ 15°; ceci ne change guère les conditions de vie de l'insecte, qui ne s'alimente ordinairement pas la nuit. Ce jeûne donne un appétit homogène à tous les individus et assure l'évacuation du contenu de leur tube digestif, évitant ainsi de grosses causes de perturbation dans les expériences.

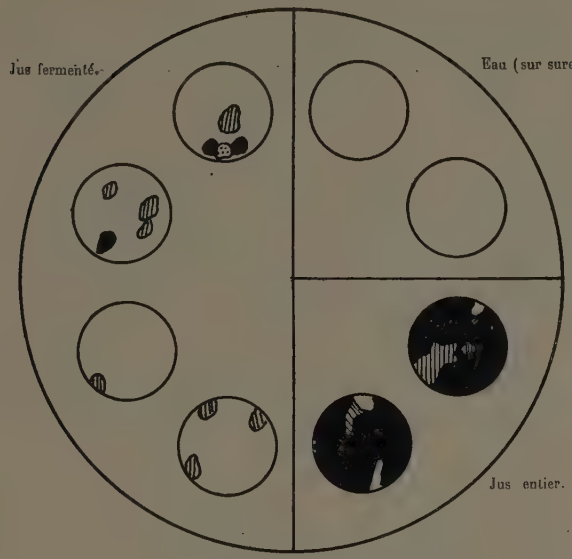
Dans certains essais particulièrement importants, on contrôle, avant et après expérience, l'appétit de chaque larve. Le premier examen sert à éliminer les individus anormaux; le second confirme la bonne marche de l'essai.

3. Matières présentées aux larves. — Il peut s'agir de feuilles, de jus de plantes, d'extraits végétaux dans des solvants organiques.

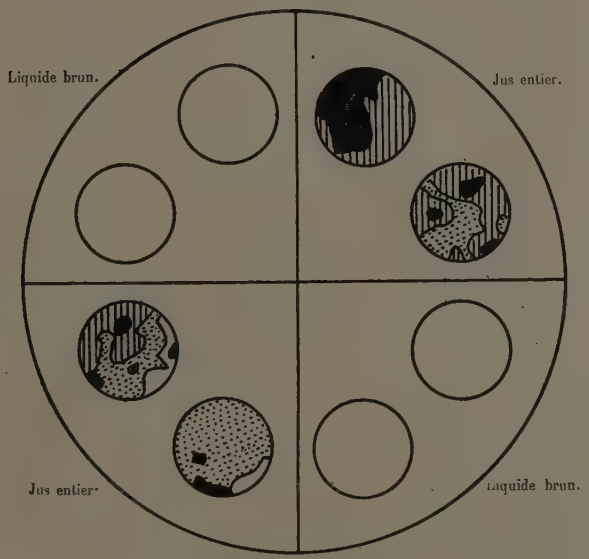
a. Les folioles présentés en nature sont découpés en surfaces géométriques, carré, rectangle, cercle. S'ils ont été desséchés, on les réhumidifie, afin qu'ils reprennent une certaine souplesse. Un séjour de six heures dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau suffit pour que la dessication préalable soit sans action sur la consommation de la feuille.

b. Quand il s'agit de jus de plantes, on en dépose une quantité déterminée sur un mince fragment de matière inerte, reconstituant ainsi un morceau de feuille artificielle.

Après différents essais, nous avons adopté comme support inerte la moelle de sureau coupée en rondelles d'un demi-millimètre d'épaisseur. Elle s'imprègne facilement de liquide, et sa consistance spéciale paraît bien convenir aux larves. La quantité de jus employée est en général d'une goutte pour une rondelle d'environ 1 centimètre carré. On laisse sécher, jusqu'à ce que le jus cesse d'être liquide, tout en restant humide. Il y a intérêt, pour éviter un début de fermentation, à ce que cette dessication soit faite rapidement. Le mieux est de l'opérer à l'étuve, en quelques minutes, quitte à réhumidifier ensuite la rondelle par la vapeur d'eau. Quand ces opérations sont faites correctement, le jus déposé se présente en une mince pellicule souple sur la moelle de sureau.



Non activité du jus fermenté. (*Essai 102.*)



Non activité de la partie liquide du jus. (*Essai 328.*)

Fig. 1 et 2. — *Dispositions des boîtes de Petri et des relevés d'expérience.*

Les surfaces consommées sont indiquées par les teintes conventionnelles suivantes :

Parties noires : surfaces attaquées pendant les 6 premières heures.
Parties hachurées : surfaces attaquées pendant les 24 heures suivantes.
Parties pointillées : surfaces attaquées pendant une nouvelle périodes de 24 heures.

c. Les extraits de plantes sont amenés à une concentration telle que deux volumes correspondent à la même quantité de feuille qu'un volume de jus ; on dépose donc successivement deux gouttes d'extrait par rondelle de sureau, en laissant chaque fois le solvant s'évaporer. Le tout est ensuite réhumidifié de la même façon que les feuilles séchées.

4. Organisation générale des essais biologiques. — L'essai d'une matière unique est fait dans une boîte de Petri de 10 centimètres de diamètre ; le fond en est garni d'un disque de papier-filtre sur lequel on détermine quatre secteurs rectangulaires. Deux de ces secteurs sont réservés à la matière étudiée, les autres à des témoins. Si on veut comparer deux préparations, chacune occupe deux secteurs diamétralement opposés (fig. 1 et 2).

Pour éliminer l'influence de l'éclairement, les essais sont faits en double, les deux boîtes étant orientées différemment par rapport à la direction de la lumière. Dans chaque secteur, on fixe sur le papier-filtre, au moyen d'une goutte de paraffine fondue, soit un fragment de feuille, soit deux rondelles de moelle de sureau.

Dans certains cas, il est intéressant d'offrir aux larves en compétition un plus grand nombre de matières différentes. On se sert alors de grandes boîtes de Petri, de 20 centimètres de diamètre ; on y détermine seize secteurs comportant quatre rondelles de sureau chacun. Chaque matière occupe deux secteurs opposés, soit huit rondelles.

Il a paru utile, pour maintenir les larves en bon état, d'utiliser des couvercles de boîtes percés d'un orifice de 10 millimètres de diamètre. D'autre part, les substances offertes étant en général très pauvres en eau, on fournit aux larves un abreuvoir constitué par un petit carré de tissu éponge bien mouillé.

Quand la boîte est ainsi préparée, on y apporte les larves, à raison de six par huit rondelles ou par 8 centimètres carrés de feuille.

La contamination étant faite le matin, un premier relevé de consommation a lieu au bout de six heures, un deuxième vingt-quatre heures après, et un troisième avec le même intervalle. Malgré une alimentation insuffisante, les larves pourraient subsister beaucoup plus longtemps, mais il n'y a pas intérêt à prolonger l'expérience au delà du troisième jour, car les insectes ont alors consommé les matières les plus actives et, poussés par la famine, ils attaquent des substances très diverses, même le papier-filtre.

A chaque relevé, on dessine, sur un plan préparé à l'avance, avec une couleur conventionnelle, la surface consommée dans chaque rondelle ou dans chaque feuille. L'expérience finie, on facilite l'interprétation des résultats en évaluant le pourcentage des surfaces relevées successivement et en faisant la moyenne des différentes rondelles. Pour chaque matière, on reporte sur un cercle, en teintes différentes, des secteurs correspondant aux chiffres trouvés. C'est ce mode de représentation que nous avons conservé pour les graphiques de ce travail. L'ensemble des pourcentages de surface consommée est désigné sous le nom de « cotes d'attaque ».

Les essais sont annulés s'ils présentent avec leurs doubles des différences supérieures à 15 p. 100.

5. Emploi de la moelle de sureau comme support. — La qualité essentielle demandée au support des jus et des extraits de plantes est la neutralité au point de vue gustatif. La moelle de sureau remplit bien cette condition. Simplement humectée d'eau, elle est délaissée par les larves non affamées, ni assoiffées; imprégnée du jus d'une plante rétentive, comme la pomme de terre, elle est dévorée dans les mêmes délais qu'une feuille de la même plante. Enfin, si on compare les feuilles de Solanées à actions très différentes, et les jus correspondants déposés sur la moelle de sureau, les attaques subies se classent dans le même ordre pour les deux séries de matières.

Le tableau III donne quelques exemples de ce fait. Les cotes sont établies conventionnellement, sur un maximum de 100 :

Tableau III.

Parallélisme entre les attaques sur feuilles et sur jus.

PLANTES.	COTES D'ATTAQUES PAR LES LARVES (1).			
	SUR FOLIOLES.		SUR SUREAU + JUS.	
	Offertes seules.	Offertes en compétition avec *S. tuberosum*.	Offertes seules.	Offertes en compétition avec *S. tuberosum*.
Solanum edinense Berthault	70	70 à 80	–	90
— *dulcamara* L.	70	70	70	80
— *tuberosum* L.	70	–	70	–
— *Commersonii* Dun.	70	70	70	80
— *Antipoviczii* Bukass	–	40	–	20
— *Caldasii* Humb.	40	30	50 à 60	30 à 50
— *aculeatissimum* Jacq.	0	0	0	0
Cestrum Parkii Lherit.	0	0	–	0

(1) A remarquer que, si les échantillons sont offerts en compétition, les cotes d'attaque augmentent pour les plantes très actives et diminuent pour les plantes peu attaquées.

6. Phénomène moutonnier chez les larves. — Nous avons indiqué précédemment la tendance qu'ont les larves à se rassembler autour de l'une d'elle occupée à manger. Ce phénomène peut causer des perturbations dans nos essais, et on constate parfois qu'une rondelle de sureau est attaquée par trois ou quatre insectes et bientôt dévorée, tandis que la voisine, en tout point identique, est délaissée. Ceci nous a obligés à multiplier le nombre des fragments alimentaires mis en expérience; chaque matière est présentée au moins quatre fois dans une boîte de Petri, soit huit fois dans un même essai, puisqu'on opère parallèlement sur deux boîtes.

On diminue aussi cet inconvénient en évitant de faire le premier relevé trop rapidement. Les concentrations de larves qui se produisent aux premières attaques finissent par se disperser, puis se reforment ailleurs. Pratiquement, les différences de consommation d'une même matière (moyennes de 8 rondelles) sont de l'ordre de 15 p. 100 six heures après la contamination, et de 5 p. 100 après vingt-quatre heures; elles deviennent négligeables au bout de quarante-huit heures.

7. Valeur relative des cotes d'attaque. — Les cotes d'attaque varient en valeur absolue avec la température, les différences pouvant atteindre 20 p. 100 à quelques jours d'intervalle, et 50 p. 100 entre deux essais identiques faits en été et au printemps. Afin qu'on puisse se rendre compte de ces variations, les essais sont faits par séries d'une dizaine de boîtes de Petri, dont l'une est réservée entièrement à une substance d'activité connue servant de repère (jus de feuilles de pommes de terre).

Une autre variation des cotes d'attaque est due au fait qu'une matière sera moins consommée, si elle est mise en compétition avec un échantillon beaucoup plus actif qu'elle; elle le sera plus dans le cas contraire. Un bel exemple est donné au chapitre VIII (fig. 10 et 11).

Dans beaucoup d'essais, on a ajouté comme témoin dans chaque boîte de Petri un échantillon de jus de pomme de terre. Les résultats sont alors donnés sous forme de fraction dont les dénominateurs sont les cotes d'attaque du témoin.

La recherche des principes actifs dans les organes verts de la pomme de terre a été entreprise au moyen de deux techniques différentes. D'abord par un fractionnement mécanique des feuilles fraîches, ensuite par des extractions méthodiques à l'aide de solvants organiques.

III. LOCALISATION DES PRINCIPES ACTIFS.

1. Pressurage des feuilles. — Après divers essais, la méthode suivante a paru la plus pratique. Les feuilles, aussitôt cueillies, sont hachées finement, puis soumises au pressurage dans une «presse à viande» de modèle courant; on en obtient un liquide opaque, vert olive, assez épais, qui représente environ 50 p. 100 du poids des feuilles et contient 4,5 p. 100 de matière sèche[1].

Ce liquide, qui sera désigné dans la suite de ce travail sous le nom de «jus entier», comprend les liquides vrais de la plante et une partie importante des contenus cellulaires de nature semi-fluide.

Il reste dans la presse, après serrage au maximum, un tourteau qui retient évidemment l'autre partie des matières protoplasmiques. Ce tourteau est consommé par les larves de Doryphore sensiblement avec la même avidité que les feuilles

[1] Avec un appareil plus puissant, on obtient, sous 50 atmosphères, 62 p. 100 des feuilles à l'état de jus. La feuille de pomme de terre renferme en moyenne 14,8 p. 100 de matière sèche.

naturelles. Le jus extrait déposé sur des rondelles de moelle de sureau, à la dose d'environ 0 gr. 1 par centimètre carré, est attaqué de la même façon. La fragmentation a été poursuivie notamment sur cette partie liquide.

2. Jus obtenus à différentes pressions. — Si on recueille séparément les liquides passant sous des pressions croissantes, on constate que les premières fractions (pressions faibles) sont beaucoup mieux consommées que les dernières. La compétition entre la première et la deuxième moitié des jus donne les cotes d'attaque suivantes :

Essais 319 et 320 :

	COTES D'ATTAQUE ENTRE LES HEURES		
	0 à 6	6 à 30	30 à 54
Jus à faible pression	1	20	14
Jus à forte pression	0,5	2	6

Cette différence d'activité est en rapport avec la proportion de liquide vrai contenu dans le jus entier. Si, en effet, on laisse celui-ci se sédimenter naturellement, on constate la formation de deux couches:

a. La couche inférieure, verte, opaque, très épaisse et non filtrable, contient l'ensemble des colloïdes cellulaires et notamment la chlorophylle.

b. La couche supérieure est un liquide aussi fluide que l'eau, transparent, de couleur brune.

La proportion des deux couches varie avec la pression utilisée. Les premiers jus, les plus actifs, donnent, après douze heures de sédimentation, 10 p. 100 de leur volume sous forme de liquide; les derniers jus en donnent 25 p. 100.

Si on pousse plus loin la séparation en centrifugeant, on obtient avec la première moitié des jus 83 p. 100 de liquide (en volume) et avec la seconde moitié 91 p. 100. Il apparaît donc que l'activité des jus est liée à leur partie verte, colloïdale. Les opérations suivantes eurent pour but de vérifier cette hypothèse par la séparation complète des deux constituants du jus entier.

3. Fractionnement du jus entier par filtration. — La matière verte restant sur le filtre est fortement et rapidement attaquée par les larves, quand on la dispose en couche mince et qu'on la dessèche partiellement, de manière à lui donner une consistance voisine de celle d'une feuille de pommes de terre.

4. Fractionnement par capillarité. — Ce n'est qu'une variante du procédé par filtration. On plonge verticalement dans le jus entier un cylindre de moelle de sureau. Le liquide brun pénètre à l'intérieur de la moelle et s'élève par capillarité à une certaine hauteur. La matière verte se colle sur les parois du cylindre. Si, après une légère dessication, on découpe celui-ci en rondelles minces et qu'on les offre aux larves, les parties imbibées de liquide sont délaissées, tandis que toutes les parties couvertes de matière verte sont consommées.

5. Séparation par sédimentation. — Pour avoir une bonne séparation, il faut laisser le jus entier au repos pendant plusieurs jours. Il est indispensable de faire l'opération en vase clos, et avec addition de quelques gouttes de chloroforme, afin d'éviter la fermentation naturelle des jus. Même sans que l'odeur en soit perceptible, celle-ci s'établit dès les premières heures qui suivent le pressurage, et elle atténue rapidement l'activité de la matière végétale (voir chap. v).

Après une sédimentation de dix-sept jours, à la température ordinaire, les différentes couches du jus ont donné les cotes d'attaque suivantes :

Essai 118.

	Cotes d'attaque entre les heures	
	0 à 6	6 à 30
Partie supérieure (liquide brun)	0	10
Partie moyenne (matière verte plus ou moins diluée de liquide)	55	22
Parie inférieure (matière verte additionnée de chloroforme)	18	30

Une sédimentation analogue, en présence d'un excès de benzène, donne, en trois jours, un résultat du même ordre. Mais ici la partie verte additionnée de benzène forme la couche supérieure. Elle est au moins aussi attaquée que le jus entier.

Essai 30 :

Partie verte + benzine	25	35
Jus entier	5	45

La couche inférieure, purement aqueuse, est pratiquement délaissée :

Essais 22 et 28 :

Liquide brun	0	2
Jus entier	45	25

Enfin, comparées l'une à l'autre, les deux couches donnent :

Essai 82 :

Liquide brun	0	0
Partie verte	35	10

Il faut noter que, dans cet essai, la matière verte reste fortement imprégnée de benzène au moment où on la dépose sur la moelle de sureau. L'hydrocarbure s'évapore en partie au cours de la dessication, mais son odeur reste perceptible au moment où les larves consomment cette substance. Nous verrons plus tard que ces insectes, qui paraissent doués de sens si délicats pour le choix de leur nourriture, sont tout à fait indifférents à la présence de petites quantités de solvants organiques très odorants.

6. Séparation par centrifugation. — La centrifugation n'a d'autre but que d'accélérer et, semble-t-il, d'améliorer la séparation des liquides abandonnés à eux-mêmes. En réalité, le deuxième point n'a pas été obtenu dès les premiers essais, et des résultats contradictoires nous ont obligés d'étudier cette question de très près.

a. La partie verte, séparée par centrifugation en une masse bien compacte, conserve la même activité que dans les cas précécents. Comparée au jus entier dans une série d'essais identiques, elle se montre aussi active (fig. 3) :

	PARTIE VERTE SOLIDE.			JUS ENTIER.		
Essais 324	0	26	34	0	16	18
Essais 326	2	37	19	5	43	17
Essais 379	40	33	15	15	18	16
Essais 381	13	13	10	42	28	4
Moyennes	14	27	15	15	26	14

Si la matière verte est diluée dans l'eau de manière qu'elle reprenne la concentration qu'elle avait dans le jus entier, elle conserve son activité. Diluée plus fortement, elle la perd très vite. Voici les résultats d'une compétition entre différentes concentrations de la matière verte :

Essai 330 :

Matière verte naturelle	2	30	38
Matière verte ramenée à la concentration du jus	1	46	12
Matière verte diluée 4 fois plus que dans le jus	1	1	4
Matière verte diluée 10 fois plus que dans le jus	1	1	2

Lavée à trois reprises à l'eau distillée, puis centrifugée chaque fois, la matière verte voit son activité augmenter (fig. 7) :

Essai 379 :

Matière verte non lavée	40	33	15
Jus entier	15	18	16

Essai 380 :

Matière verte lavée	70	18	1
Jus entier	2	12	11

On peut expliquer ce fait par l'existence d'un début de fermentation dont les produits, légèrement répulsifs, seraient éliminés par les lavages.

b. Ces résultats ne font que préciser, en les confirmant, ceux que nous ont donnés les autres modes de fractionnement. Il n'en est pas de même en ce qui concerne le liquide brun.

A la suite d'une centrifugation faite peu après l'obtention du jus entier, on

remarque, chez le liquide brun, une certaine activité. Mais celle-ci diminue si la centrifugation est faite plusieurs jours après la pressuration des feuilles. Avec un intervalle de quarante-huit heures, on a constaté sur le liquide des attaques très faibles dans un cas, nulles dans un autre (fig. 2).

Il semble que le liquide brun conserve pendant un certain temps des principes actifs en solution ou en suspension très stable. Une centrifugation énergique ne parvient pas à les éliminer. Mais, soit spontanément par un repos de plusieurs jours, soit par un chauffage bien conduit, ces principes précipitent et laissent un liquide totalement inactif.

L'expérience suivante confirme directement ces vues : Le liquide brun, encore actif aussitôt la centrifugation est abandonné à lui-même pendant trois semaines. Il présente alors un léger dépôt qu'on sépare par filtration. Or, ce précipité, très

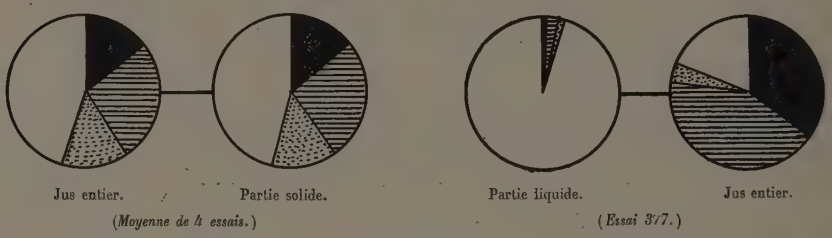


Fig. 3. — *Activité comparée des deux parties du jus de feuilles, séparées par centrifugation* [1].

peu abondant (moins de 1 p. 100 du liquide), est nettement actif, tandis que le filtrat est pratiquement inattaqué (fig. 3).

Essai 377 :			
Filtrat du liquide brun	0,5	3	1
Jus entier.	35	42	4
Essai 378 :			
Dépôt du liquide brun	10	12	2
Jus entier	30	35	1

Cette matière, tout à fait dissimulée dans le liquide de première centrifugation, est également précipitée par la chaleur, car un chauffage bien conduit sépare complètement les principes actifs de la partie liquide des jus récemment préparés.

[1] Comme pour les figures 1 et 2, les secteurs de tous les graphiques de ce mémoire ont été dessinés d'après les conventions suivantes :

En noir : surfaces consommées par les larves entre le début de l'expérience et la 6e heure;
En hachures : surfaces conommées entre la 6e et la 30e heure;
En pointillés : surface consommées entre la 30e et la 54e heure.

7. Fractionnement du jus entier par la chaleur. — Si on porte le jus entier à l'ébullition, les parties vertes se réunissent à la surface, tandis que le liquide brun reste au fond du récipient. Le chauffage ne doit pas être trop rapide. L'emploi d'un bain-marie bouillant, amenant peu à peu le jus entier à une température de 95°, donne les résultats les meilleurs. La matière verte paraît coagulée en une masse solide, poreuse, ayant la consistance du blanc d'œuf battu en neige.

Dans une ébullition rapide et courte (2 minutes), le liquide brun reste actif :

Essai 375 :

Liquide brun avant ébullition	0,5	10	8
Liquide brun après 2 minutes d'ébullition	3	5	12

Si, au contraire, on chauffe comme nous l'avons indiqué, jusqu'à 95° ou 100°, on obtient en quinze minutes une séparation pratiquement complète.

Essai 160 :

Matière verte, après 15 minutes d'ébullition	10	15	60
Liquide brun, après 15 minutes d'ébullition	0	0	0

Les essais 121 à 124 montrent bien que la séparation a lieu entre la dixième et la vingtième minute d'ébullition.

Tableau IV.

Fractionnement du jus entier par la chaleur.

DURÉES DE L'ÉBULLITION.	COTES D'ATTAQUE.					
	LIQUIDE brun.		COAGULUM vert.		JUS ENTIER témoin.	
2 minutes	22	18	97	0	32	0
8 —	12	25	40	25	60	0
10 —	30	5	22	34	60	0
20 —	0	0	96	0	25	0

8. Conclusion. — Toutes les techniques de fractionnement rapportées dans ce chapitre donnent la même conclusion.

Les principes actifs appartiennent à la fraction colloïdale du contenu cellulaire. Dans le pressurage des feuilles, ils passent en partie dans le jus et restent en partie dans le tourteau. Si on sépare les fractions réellement liquides du jus, les principes actifs restent entièrement liés à l'ensemble des matières non filtrables, colorées en vert par la chlorophylle, et coagulables par la chaleur. Ils ne sont donc pas solubles dans l'eau.

Une dernière confirmation de ces résultats est donnée par une observation faite sur la feuille fraîche de pomme de terre. Si on la plonge dans un liquide organique, benzène ou éther, ou simplement dans les vapeurs d'éther, il se produit une plasmolyse des tissus, la feuille perd sa turgescence et laisse exsuder

des gouttelettes de liquide qui tombent dans le solvant sans s'y dissoudre. On peut ainsi recueillir un liquide aqueux brun qui paraît en tout point identique à celui que nous avons décrit précédemment. Il est entièrement délaissé par les larves.

On a obtenu ainsi d'emblée une séparation plus parfaite que dans le cas du pressurage; les cellules ne sont pas brutalement désorganisées, et, laissant filtrer les liquides parfaits à travers leurs membranes, conservent les substances colloïdales et parmi elles les principes actifs.

IV. EXTRACTION DES PRINCIPES ACTIFS À L'AIDE DE SOLVANTS.

En même temps qu'on cherchait à localiser les principes actifs dans les différentes parties des feuilles de pomme de terre, on a réalisé de premiers essais en vue de leur identification chimique. On s'est surtout adressé aux techniques d'extraction par des solvants organiques.

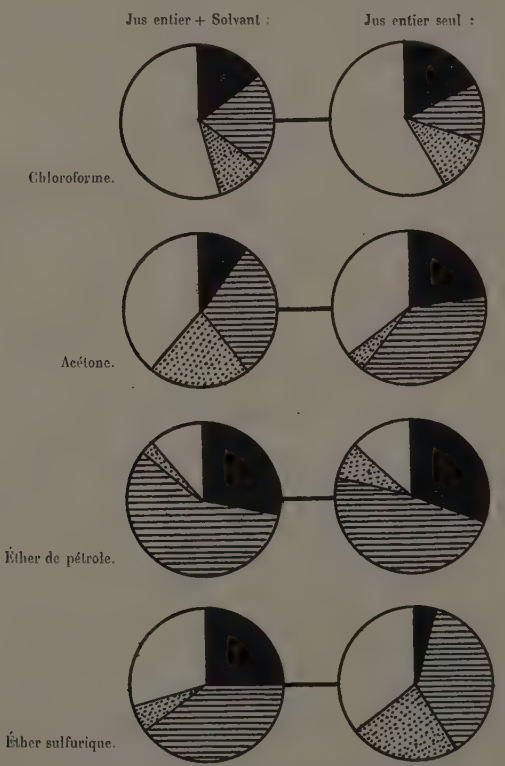


Fig. 4. — *Action non répulsive des solvants ajoutés au jus entier.*
(*Essais 359 à 362.*)

L'idée initiale était de voir si les principes étudiés appartenaient au groupe des matières grasses. Dans ce cas, ils devaient être entraînés par des solvants tels que l'alcool à 96° et le benzène. La recherche devait se continuer, en cas de résultat positif, par un fractionnement plus poussé des matières extraites [1].

1. Action sensitive des solvants organiques sur les larves. — Il était à craindre que les solvants utilisés n'exercent eux-mêmes une action répulsive et ne viennent fausser les résultats des essais. En effet, quand on dépose une goutte ou deux d'extrait sur une rondelle de moelle de sureau, même après évaporation, l'odeur du solvant persiste.

On a donc commencé par offrir aux larves, en compétition, du jus entier naturel et le même jus additionné de quelques gouttes des produits considérés. Les résultats furent les suivants (fig. 4) :

Tableau V.

Caractère non répulsif des principaux solvants.

NUMÉROS de L'ESSAI.	NATURE DU SOLVANT :	COTES D'ATTAQUE : [1]					
		DU JUS ENTIER SEUL.			DU JUS ENTIER + solvant.		
166	Alcool	5	20	10	18	7	7
43	Benzène	—	23	—	—	35	—
359	Chloroforme	18	12	10	15	20	8
360	Acétone	25	40	3	10	30	22
361	Éther de pétrole	32	48	8	30	58	3
362	Éther sulfurique	4	35	27	25	38	6

[1] Nous rappelons que les chiffres de la première colonne correspondent à une durée d'expérience de 6 heures, ceux des deux autres colonnes à des durées de 24 heures.

On ne voit pas de différences nettes entre les deux séries de matières, et l'on peut conclure que les sens des larves ne sont pas affectés par les odeurs et les saveurs si caractéristiques que possèdent ces différents corps. Dans certains cas même, la différence de consommation est en faveur de l'échantillon additionné de solvant. Ainsi, l'alcool donne, avec le tourteau de feuilles, les cotes d'attaque suivantes :

Essai 174 :

Tourteau de feuilles + alcool	5	14	41
Tourteau de feuilles seul	2	9	25

[1] Les premiers résultats ont fait l'objet de la note suivante : Raucourt (M.) et Trouvelot (B.). — Recherches sur les constituants des feuilles de *S. tuberosum* déterminant l'alimentation des larves de *L. decemlineata*. *C. R. Ac. Sc.*, tome CIIIC, page 1153, 1933.

En addition au jus entier, il donne :

Essai 99 :

Jus entier + alcool	18	40	5
Jus entier seul	0	2	14

Le même fait est constaté avec le chloroforme :

Essai 116 :

Jus entier + chloroforme	18	70
Jus entier seul	0	36

Essai 103 :

Jus entier + chloroforme	64	10
Jus entier seul	18	14

On pourrait multiplier ces exemples. Il ne peut s'agir évidemment d'une action attractive des solvants; ceux-ci n'interviennent qu'en arrêtant, dans les matières végétales, tout début de fermentation.

2. Extraits alcooliques primaires. — Après divers tâtonnements, la technique suivante a été adoptée pour la préparation des extraits alcooliques de pomme de terre. Les feuilles entières sont séchées à l'étuve à 100-105° pendant huit heures. On leur fait ensuite subir une extraction par l'alcool à 96° dans l'appareil de Kumagawa-Suto; l'opération dure également huit heures et donne un liquide d'un vert très sombre, car il contient toute la chlorophylle. On emploie aussi peu d'alcool que possible, mais il est difficile de descendre au-dessous de 4 centimètres cubes par gramme de feuilles fraîches. Pour simplifier la suite des opérations, on concentre l'extrait au bain-marie, jusqu'à ce que son volume corresponde au double du volume de jus entier donné par le même poids de feuilles fraîches. Ce principe a été appliqué autant que possible à tous nos extraits. Il permet d'opérer dans des conditions comparables en utilisant, comme nous l'avons indiqué au chapitre II, deux volumes d'extrait en compétition avec un volume de jus entier.

L'extrait alcoolique primaire a été comparé fréquemment avec le jus de feuilles de pomme de terre. Sans entrer dans tout le détail de ces expériences, nous donnerons la moyenne des cotes d'attaque obtenues dans dix-sept essais :

Extrait alcoolique primaire	13	16	9
Jus entier	13	18	13

Il est visible que l'extraction alcoolique, telle que nous l'avons décrite, entraîne pratiquement la totalité des principes actifs (fig. 5).

3. Perte d'activité des feuilles soumises à l'extraction. — La contre-épreuve de ces essais a été réalisée facilement : elle consiste à offrir aux larves les feuilles ayant subi l'extraction alcoolique pendant huit heures. Elles sont décolorées et extrê-

mement fragiles, à cause de leur dessication très poussée. Mais après un séjour de quelques heures en atmosphère humide, elles reprennent suffisamment de souplesse pour pouvoir être offertes aux larves. Si on donne à celles-ci en même temps des feuilles desséchées à l'étuve dans les mêmes conditions, mais non soumises à l'extraction, on constate l'absence complète de principes actifs chez les premières :

Essai 132 :

Feuilles séchées, puis extraites à l'alcool	0	5	
Feuilles séchées à 100°, non extraites	25	55	

Essai 270 :

Feuille extraite à l'alcool	0	0	1
Feuille desséchée	45	35	30

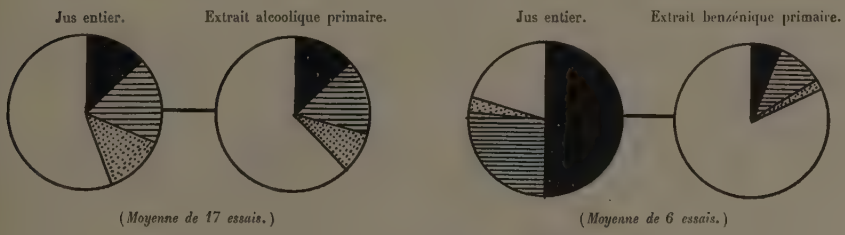


Fig. 5 — *Activité des extraits alcoolique et benzénique primaires.*

Autre essai, dans lequel on a cherché à voir en même temps l'action de l'alcool :

Essai 133 :

Feuilles séchées, puis extraites à l'alcool	0	0	5
Feuilles séchées à 100°, additionnées d'alcool	10	10	70
Feuilles séchées à 100°	20	70	0

Enfin, on a montré que l'apport d'eau ne rend à la feuille extraite aucune de ses propriétés organoleptiques :

Essai 144 :

Feuille extraite, additionnée d'eau	0	3	0
Feuille extraite, additionnée de jus entier	50	40	0

Ceci prouve surabondamment qu'après le séjour dans l'extracteur à alcool, la feuille de pomme de terre est devenue totalement indifférente et ne se comporte pas autrement qu'une rondelle de moelle de sureau.

On peut l'utiliser comme un support inerte pour les jus et les extraits. Si on dépose du jus entier sur un fragment de feuille extraite, on a la même consommation qu'avec une feuille d'abord séchée, puis réhumidifiée. Si on y fait évaporer

deux ou trois gouttes d'extrait alcoolique, on reconstitue la feuille primitive et l'attaque redevient normale :

Essai 145 :

Feuille extraite à l'alcool :

+ un extrait alcoolique	20	35
+ un autre extrait alcoolique	30	15
+ de l'alcool	0	0

Nous avons d'autre part cherché à répondre à cette objection que le séjour de huit heures dans l'appareil d'extraction aurait pu nuire aux principes actifs. La chose est très improbable, puisque l'extrait obtenu dans ces conditions est lui-même fort actif. Une vérification directe était cependant utile. Des feuilles desséchées à 100-105° ont été placées dans l'appareil qui a fonctionné pendant huit heures, mais les matières végétales étaient préservées du contact de l'alcool

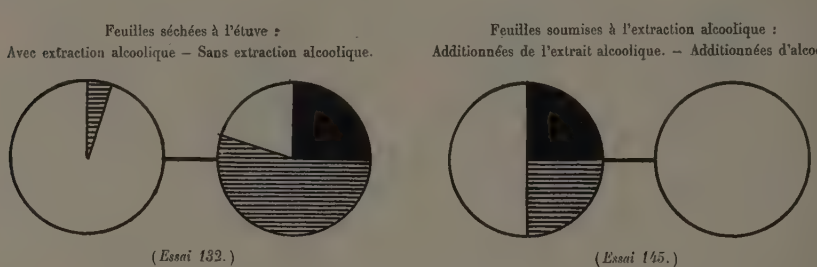


Fig. 6. — *Perte d'activité chez les feuilles soumises à l'extraction alcoolique.*

liquide par une feuille d'étain. Elles se trouvaient donc soumises aux mêmes conditions que les feuilles extraites, à l'exclusion du lessivage par l'alcool.

Voici les résultats de leur essai, en compétition avec les feuilles ayant subi l'extraction :

Essai 458 :

Feuilles passées au Kumagawa sans extraction	15	45	25
Feuilles extraites	1	0	1

Ce résultat achève d'établir que l'extraction à chaud par l'alcool sépare des feuilles la totalité des principes actifs précédemment définis (fig. 6).

4. Autres techniques d'extraction alcoolique. — Nous passerons rapidement sur d'autres techniques d'extraction qui n'ont pu être retenues, soit parce qu'elles étaient malaisées à reproduire de façon identique, soit parce qu'elles faisaient intervenir d'autres phénomènes que la solubilité dans l'alcool.

a. Extraction au Kumagawa sur feuilles fraîches. L'extrait nouvellement préparé a les mêmes propriétés que s'il est fait sur feuilles séchées.

b. Extraction à froid sur le jus entier. Si on laisse le jus entier au contact de l'alcool pendant vingt-quatre heures et qu'on centrifuge, on obtient un liquide hydro-alcoolique limpide et une matière solide verte. Ces deux fractions sont actives l'une et l'autre, un seul passage dans l'alcool froid ne pouvant qu'extraire partiellement les principes actifs de la matière verte. Dans certains cas, on a cependant obtenu ainsi un liquide hydro-alcoolique nettement plus actif que l'extrait au Kumagawa.

Essai 344 :

Extrait alcoolique à froid	42	34	13
Extrait au Kumagawa	1	3	18

c. L'extraction à chaud sur la matière verte séparée par centrifugation n'a jamais donné de résultats dignes d'intérêt. Exemple :

Essai 402 :

Extrait alcoolique sur la matière verte	1	2	2
Extrait alcoolique sur feuilles séchées	10	23	9

5. Chiffres relatifs aux extractions alcooliques. — L'extraction au Kumagawa sur feuilles desséchées entraîne 16,7 p. 100 de la matière sèche de la feuille, soit 2,47 p. 100 de la feuille fraîche.

La même opération sur feuilles fraîches entraîne 30,4 p. 100 de la matière sèche des feuilles et 4,50 p. 100 de la matière fraîche.

On voit que le premier procédé donne une séparation beaucoup plus poussée des principes étudiés.

6. Extraits benzéniques primaires. — On a suivi la même technique que pour l'alcool : extraction au Kumagawa sur feuilles complètement séchées à l'étuve. On obtient ainsi, au bout de huit heures, un liquide vert-brun, moins foncé que l'extrait alcoolique correspondant. Les feuilles ne sont qu'en partie décolorées. D'autres extractions benzéniques ont été faites avec le même appareil sur des feuilles fraîches.

Les différents extraits obtenus, comparés au jus entier, n'ont montré qu'une activité très faible. Voici les chiffres donnés par la moyenne de six essais :

Extrait benzénique primaire	6	10	2
Jus entier	50	26	3

Si on offre en compétition plusieurs échantillons de chacun des deux extraits primaires, avec le jus entier comme témoin, les résultats sont encore plus nets :

Essai 143 :

Moyenne de 3 extraits alcooliques primaires	32	18	3
Moyenne de 3 extraits benzéniques primaires	0	0	0
Jus entier	14	12	10

Essai 165 :

Moyenne de 3 extraits alcooliques primaires	4	31	26
Moyenne de 2 extraits benzéniques primaires	0	0	0

Comme précédemment, on a fait l'essai des feuilles ayant subi pendant huit heures l'extraction au Kumagawa. Avec le benzène comme solvant, elles sont attaquées autant que les feuilles séchées non extraites ;

Essai 135 :

Feuilles extraites au benzène	25	60
Feuilles desséchées	25	60

On voit donc que les principes actifs ne sont que faiblement entraînés par le benzène (fig. 5).

Cette extraction au Kumagawa sur feuilles desséchées entraîne 7,52 p. 100 de la matière sèche et 1,11 p. 100 des feuilles entières. La même opération sur le végétal frais entraîne 2,16 p. 100 de la matière sèche et 0,32 p. 100 des feuilles entières.

7. Fractionnement de l'extrait benzénique primaire. — Malgré l'intérêt médiocre que présente l'extrait benzénique, nous signalerons l'essai de fractionnement dont il a fait l'objet. La technique utilisée, et qui a servi également pour l'extrait alcoolique, s'inspire de la méthode de Lemeland pour le dosage des matières grasses. On sait qu'elle consiste à saponifier les matières extraites, à reprendre par l'éther de pétrole l' « insaponifiable », puis, après libération des acides gras, à les entraîner à leur tour par l'éther sulfurique.

Dans le cas présent, l'extrait primaire est évaporé sous vide à une température inférieure à 60° ; le résidu, repris par l'alcool, est saponifié par une ébullition de trois heures en présence d'un léger excès de soude. Le traitement par l'éther de pétrole donne un extrait d'une belle couleur jaune, contenant 30 p. 100 environ des matières solubles dans le benzène. Après acidification par l'acide chlorhydrique, de la liqueur alcoolique restant, on extrait les acides gras par l'éther sulfurique ; le liquide obtenu est brun foncé.

L'essai biologique de ces deux solutions éthérées montre que la fraction « acides gras » est absolument inactive. C'est la fraction « insaponifiable » qui contient le peu de principes actifs existant dans l'extrait benzénique primaire :

Essai 185 :

« Insaponifiable » de l'extrait benzénique	10	30
Jus entier	25	65

Essai 192 :

« Insaponifiable » de l'extrait benzénique	10	30
Jus entier	30	25

Enfin, le liquide restant après les divers épuisements par l'éther est entièrement inactif.

La seule conclusion qu'on puisse tirer de ce fractionnement est que les principes actifs n'appartiennent pas au groupe des acides gras : on pouvait s'en douter, car, dans ce cas, ils seraient extraits par le benzène.

8. Premier fractionnement de l'extrait alcoolique. — La même technique a été appliquée au fractionnement de l'extrait alcoolique. Les acides gras donnent une solution brun foncé qui est délaissée :

Essai 189 :

Acides gras de l'extrait alcoolique	2
Jus entier	100

La partie insaponifiable, de couleur jaune-verdâtre, est nettement active, moins cependant que le jus entier :

Essai 188 :

«Insaponifiable» de l'extrait alcoolique	20	30
Jus entier	80	0

Le résidu hydro-alcoolique est entièrement inactif. A noter que les matières insaponifiables représentent 37 p. 100 de ce qui passe en solution dans l'alcool.

Ce fractionnement appelle de nouveau cette constatation que les principes actifs ne sont pas des acides gras. Mais l'activité de l'extrait primaire ne se retrouve qu'en partie dans l'insaponifiable. Il est possible qu'il se produise une altération due au traitement énergique auquel on a eu recours. Aussi, d'autres techniques de fractionnement ont-elles été utilisées.

9. Second fractionnement de l'extrait alcoolique. — Si on évapore sous pression réduite l'extrait alcoolique primaire, en évitant de dépasser une température de 60°, on voit la matière dissoute se séparer en deux couches au fur et à mesure que la concentration augmente. On obtient finalement un dépôt dont la partie inférieure est jaune et transparente et la partie supérieure vert très foncé, presque noire (présence de chlorophylle).

Si, après évaporation complète de l'alcool, on traite à froid par le benzène, la matière noire s'y redissout, ainsi qu'une très petite partie de la substance jaune. Celle-ci est reprise ensuite par l'alcool, mais il reste un résidu soluble dans l'eau.

Les résultats des essais biologiques sont ici très nets. La matière jaune reprise par l'alcool est au moins aussi active que le jus entier :

Essai 249 :

Matière reprise par l'alcool	20	35
Jus entier	15	55

En compétition avec l'extrait alcoolique primaire, le résultat est analogue. La partie soluble dans le benzène est très peu attaquée.

Voici la répartition des substances dissoutes dans l'extrait alcoolique primaire :

Fraction passant dans la benzine	18,6 p. 100
Fraction redissoute dans l'alcool	55,1 —
Fraction soluble dans l'eau	26,2 —

L'expérience a été refaite sans évaporation préalable de l'alcool. L'extrait primaire est additionné de la moitié de son volume de benzène; après agitation, on obtient un mélange complet, puis en additionnant le tout de 20 p. 100 d'eau, on sépare le benzène; celui-ci monte à la surface en présentant une couleur verte très foncée par réflexion, et rouge acajou par transparence. La couche inférieure, de nature hydro-alcoolique, est d'une belle couleur jaune d'or.

Dans une série d'essais particulièrement réussis (n^{os} 447 à 453), on a comparé le jus entier, l'extrait alcoolique primaire et ses deux fractions. Voici les cotes d'attaque obtenues dans les relevés successifs :

Jus entier	14	49	21	Total :	84
Extrait alcoolique primaire	19	31	21	—	71
Fraction alcoolique secondaire	13	30	19	—	62
Fraction benzénique	6	4	5	—	15

La partie insoluble dans le benzène comprend donc bien la presque totalité des principes actifs. La fraction benzénique présente une activité analogue à celle de l'extrait benzénique primaire.

Ce traitement de la solution alcoolique par le benzène donne le coefficient de partage entre les deux solvants, pour les matières dissoutes dans l'alcool : sur 100 parties, 60 restent dans l'alcool et 40 passent dans le benzène.

On peut d'ailleurs pousser plus loin la « purification » de l'extrait alcoolique. Après avoir été traité par le benzène, il peut l'être, dans les mêmes conditions, par l'éther et par l'éther de pétrole. L'action de ces solvants est faible, le benzène ayant retenu auparavant la plus grande partie de ce qu'ils pourraient entraîner. Sur 100 parties de matières restant dissoutes dans l'extrait alcoolique secondaire, 18 passent dans l'éther sulfurique et 1 passe ensuite dans l'éther de pétrole.

Mais ce qui est plus intéressant, c'est que, si on évapore l'alcool après ces différentes séparations, le résidu solide obtenu est entièrement soluble dans l'eau. Or, expérimentée parallèlement avec un extrait primaire, cette solution aqueuse est attaquée par les larves dans la même mesure :

Essai 383 :

Extrait alcoolique primaire	6	32	6
Résidu soluble dans l'eau	8	26	26

On peut donc admettre que les principes actifs (sauf la petite fraction redissoute dans le benzène) se retrouvent dans la solution alcoolique finale et qu'ils sont alors solubles dans l'eau.

V. DE QUELQUES PROPRIÉTÉS DES PRINCIPES ACTIFS.

1. Solubilité. — La solubilité des principes actifs dans l'alcool chaud a été démontrée au chapitre précédent. Citons-en un dernier exemple. On sait qu'un chauffage bien conduit du jus de feuille de pommes de terre permet d'en rassembler les parties solides en une masse verte, poreuse et assez consistante. Cette matière,

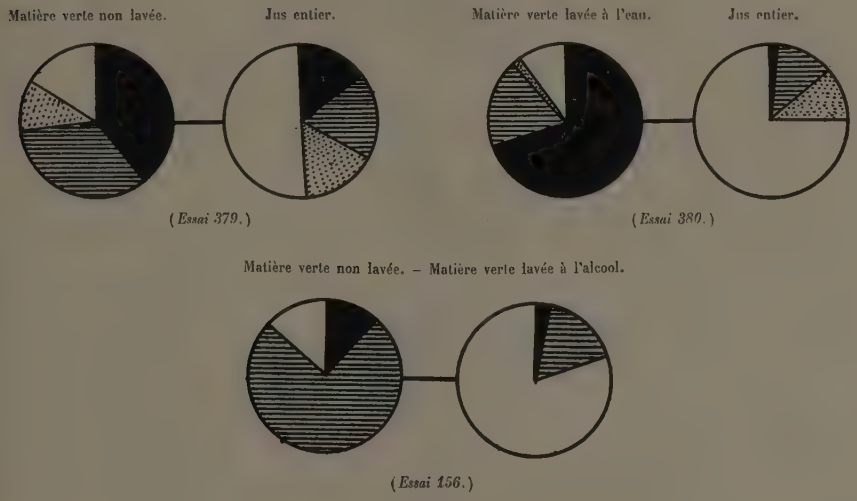


Fig. 7. — *Solubilité des principes actifs dans l'alcool et dans l'eau.*

très riche en principes actifs, peut subir le lavage à l'alcool froid sans se désagréger. Un traitement rapide suffit pour diminuer fortement son activité.

Essai 156 :

Matière verte naturelle	12	75
Matière verte lavée à l'alcool	3	16

Il faut rapprocher de ce résultat, celui, tout à fait opposé, qu'a donné le lavage à l'eau de la même matière : comme on l'a vu page 65, après trois délayages dans l'eau, suivi chacun d'une centrifugation, l'activité de la partie verte a tendance à croître (fig. 7).

Bien d'autres expériences ont d'ailleurs montré la non-solubilité des principes actifs dans l'eau, à l'origine.

S'il y a un certain entraînement par le benzène, les autres solvants, essayés dans l'appareil de Kumagawa sur des feuilles séchées, n'ont permis de relever

aucune solubilité notable. C'est le cas de l'acétone et surtout du chloroforme, de l'éther sulfurique et de l'éther de pétrole. L'examen de la figure 8 est plus instructif à cet égard qu'un tableau de chiffres (essais 349 à 358).

Ces résultats indiscutables appellent cependant deux observations curieuses :

a. Les principes actifs sont insolubles dans l'éther de pétrole. Cependant

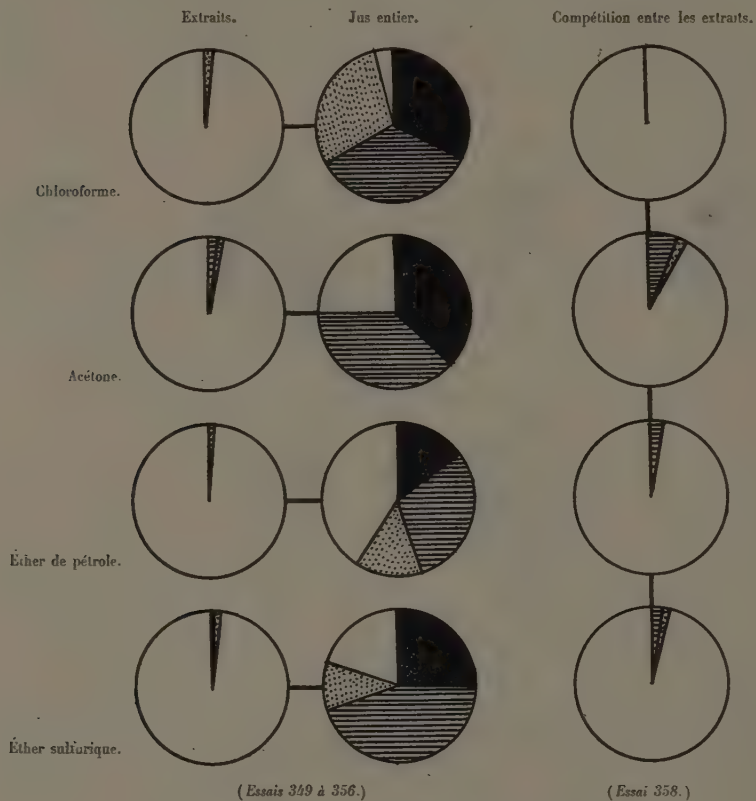


Fig. 8. — *Solubilité des principes actifs dans différents solvants.*

quand les extraits primaires, alcooliques et benzéniques, ont été saponifiés, toutes les matières actives sont entraînées par l'éther de pétrole;

b. De même, aucune solubilité dans l'eau n'est appréciable dans les premières opérations; mais les matières dissoutes dans l'extrait alcoolique, après lavages par différents solvants, deviennent entièrement solubles dans l'eau et elles contiennent presque tous les principes actifs existant dans la feuille primitive.

Il semble logique d'admettre que les substances étudiées subissent, au cours des manipulations successives, des changements de structure chimique : simplification des molécules, hydrolyse, etc. Elles pourraient faire partie de complexes

tels qu'on les rencontre fréquemment chez les êtres vivants (complexes protéo-lipidiques par exemple) et s'en séparer sous l'action d'un des agents chimiques ou physiques utilisés dans les techniques de fractionnement. Ceci n'est jusqu'à présent qu'une hypothèse que n'appuie aucun fait précis.

2. Volatilité. — Toutes les préparations d'extraits ont été faites à haute température, puisqu'elles débutent par la dessication des feuilles à 100° pendant huit heures. Le fait que l'activité n'est pas altérée indique suffisamment le caractère non volatil des matières considérées.

3. Action de la chaleur en milieu sec. — Sur les feuilles, les premiers essais ont montré qu'un séjour de huit heures à 100° n'a qu'une influence très faible : les feuilles ainsi traitées subissent des attaques peu différentes de celles du végétal frais.

Cette influence devient même douteuse, si on considère que les feuilles complètement desséchées ont des caractères physiques et mécaniques fortement modifiés, de sorte que la diminution de leur attaque par les larves n'est vraisemblablement pas due à l'altération des principes actifs. Le séjour pendant huit heures à la température de l'alcool bouillant et en présence des vapeurs d'alcool est également sans action, comme on l'a vu page 72.

Voici enfin des matières pour lesquelles la dessication à 100-105° ou même à 150° ne paraît pas diminuer à l'activité :

tourteau de feuilles de pomme de terre séché au four;
jus entier de feuilles séché au four.

La durée de persistance des principes actifs à haute température et en milieu sec a été précisée par des expériences sur feuilles desséchées à 100°. Le chauffage à deux températures différentes, 100° et 160°, a été prolongé pendant des durées de vingt heures, quarante-cinq heures et soixante-dix heures. Dans les deux cas, les cotes d'attaque ne diminuent fortement qu'à partir de soixante-dix heures de chauffage, mais à 160°, un fléchissement est déjà sensible pour des temps plus courts (fig. 9).

Tableau VI.

Action de la chaleur sèche (essais 410 et 411).

MATIÈRES ESSAYÉES.	ESSAI 410.	ESSAI 411.
Feuilles témoins, séchées à 100°	0 38	10 38
	à 100° :	*à 160° :*
Chauffage prolongé pendant 20 heures	12 18	10 28
— pendant 45 heures	10 55	12 20
— pendant 70-75 heures	8 4	6 2

Comparées les unes aux autres, les feuilles maintenues à 100° sont cependant plus actives qu'à 160° :

Essai 412 :

Feuilles 40 heures à 100°	10	30
Feuilles 40 heures à 160°	8	12

Essai 413 :

Feuilles 70 heures à 100°	0	68
Feuilles 75 heures à 160°	10	5

Le chauffage ayant lieu en présence d'air, la perte d'activité pourrait s'expliquer avec vraisemblance par une oxydation des principes actifs, mais aucun essai n'a été tenté jusqu'à présent pour vérifier cette hypothèse. Nous verrons plus loin qu'un affaiblissement analogue se produit à la température ordinaire, mais pour des durées beaucoup plus longues.

4. Action de l'humidité. — *a.* A la température ordinaire, il semble bien que l'humidité n'exerce qu'une action insensible sur les principes actifs. En effet, un jus entier, conservé pendant dix mois en flacon fermé et en présence de chloroforme, c'est-à-dire à l'abri de la fermentation naturelle, a une activité assez faiblement diminuée par rapport au jus entier récent :

Essai 268 :

Jus entier conservé dix mois	2	38	8
Jus entier récent	37	45	3

La diminution d'activité est sensiblement la même au bout d'un an pour l'extrait alcoolique :

Essai 269 :

Extrait alcoolique d'un an	12
Extrait alcoolique récent	25

On ne peut donc attribuer aucune action spéciale à l'humidité. Quelques essais ont montré un affaiblissement considérable de l'activité en milieu humide, au bout d'un temps très court. Mais ils ont toujours lieu dans les cas où on n'a pris aucune précaution contre la fermentation.

Par exemple, en huit jours, pour du jus préalablement desséché, mais conservé en atmosphère humide, l'activité disparaît, tandis qu'elle reste normale si le même échantillon est conservé en milieu sec (essai 151).

b. A haute température, au contraire, la destruction de toute activité est rapide en milieux aqueux. Si des feuilles fraîches sont maintenues pendant huit heures à

une température voisine de 100°, elles deviennent tout à fait indifférentes et ne sont faiblement attaquées que par des larves affamées.

Essai 193 :

Feuilles séchées à 100°	70	0	30
Feuilles traitées par l'eau chaude	0	0	5

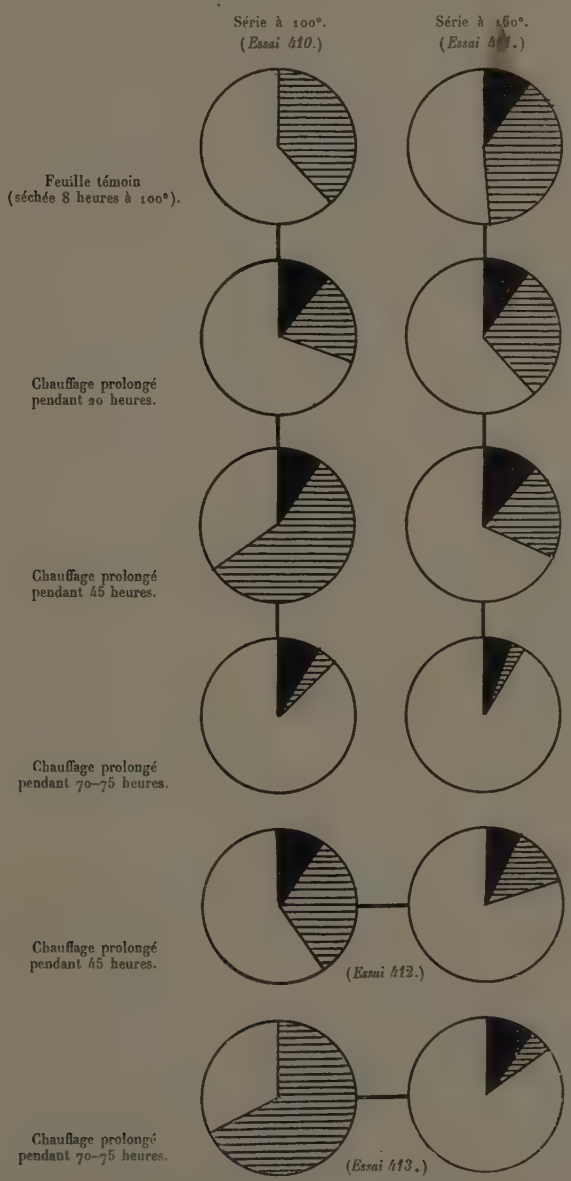


Fig. 9. — *Action de la chaleur en milieu sec.*

Dans les conditions de l'expérience, aucune fermentation ne peut être mise en cause. Quelle est la durée minima de chauffage nécessaire pour détruire les principes actifs ? Aucun autre essai ne permet de préciser ce point ; on peut remarquer cependant qu'une ébullition de quinze minutes paraît sans action, comme on l'a vu quand on chauffe le jus entier pour coaguler la partie verte (chap. III).

5. Vieillissement des principes actifs. — Par « vieillissement », nous désignons l'ensemble des actions qui s'exercent lentement sur les matières étudiées, à l'exclusion de la chaleur, de l'humidité et de la fermentation. Il se produit en effet un affaiblissement progressif de l'activité, en milieu stérile, et à la température ordinaire. Une étude plus poussée pourrait sans doute nous dire s'il s'agit, comme cela se produit souvent dans des cas analogues, d'une oxydation, ou encore de modifications lentes de structure chimique. Nous nous bornerons à donner quelques exemples de ce vieillissement.

Feuilles de pommes de terre desséchées : après dix mois de conservation dans un flacon bouché, elles ont perdu une notable partie de leur activité.

Essai 263 :

Feuilles sèches de dix mois	10	10	15
Feuilles sèches récentes	75	10	15

Nous avons vu, au paragraphe précédent, l'altération des principes dans les jus entiers au bout d'un an.

Si le jus est déposé sur des rondelles, bien desséché, puis conservé à l'abri de l'humidité pendant dix mois, il présente au bout de ce temps une activité qui confirme le résultat précédent.

Extraits alcooliques : un affaiblissement d'activité se constate dans les extraits alcooliques conservés un an. En quelques jours, il n'y a aucune altération des principes actifs, comme le montre l'expérience suivante, dans laquelle des séries de rondelles de sureau à l'extrait alcoolique, préparées le même jour, ont été offertes aux larves après des intervalles de temps de un à six jours (essai 273).

Tableau VII.

Conservation des matières dissoutes dans l'alcool.

DURÉE DE LA CONSERVATION.	COTES D'ATTAQUE.					
	EXTRAIT ALCOOLIQUE.			JUS ENTIER RÉCENT.		
1 jour	5	7	3	6	6	7
2 jours	8	4	16	10	10	14
3 jours	5	12	7	1	5	7
4 jours	1	1	7	0	0	16
5 jours	9	16	12	0	4	34
6 jours	6	7	6	12	16	7

La conclusion qui découle de ces constatations, c'est qu'à l'abri des fermentations, les principes actifs se conservent longtemps et aussi bien en présence qu'en l'absence d'humidité. A 100°, leur persistance est limitée à quelques jours, et même beaucoup moins en milieu humide.

On peut donc résumer ainsi l'ordre de grandeur des durées au bout desquelles les feuilles et jus de pomme de terre perdent la moitié de leur activité :

	A LA TEMPÉRATURE ORDINAIRE.	A 100°.
En milieu sec	1 an	quelques jours.
En milieu humide	1 an	quelques heures.

6. Action de la fermentation. — Dès nos premières expériences nous avons constaté, sans pouvoir l'expliquer tout d'abord, une baisse rapide, en quelques heures, de l'activité des matières offertes aux larves. Le fait ne se produisait que pour les substances riches en eau, ou conservées en milieu humide. D'autre part, les jus de feuilles de pommes de terre subissent en vingt-quatre ou quarante-huit heures une fermentation naturelle qui les rend absolument répulsifs. L'addition de chloroforme empêche cette fermentation et supprime en même temps la diminution d'activité constatée aussitôt la préparation des jus. Nous avons donc été amenés à attribuer le phénomène en question à un début de fermentation; toutes les observations faites ont confirmé cette manière de voir.

Voici quelques exemples de baisse d'activité. Dans le cas des feuilles, si l'on compare trois échantillons séchés dans des conditions différentes : à l'étuve, dans le vide à température ordinaire (36 heures), et à l'air libre (48 heures), l'activité diminue beaucoup quand la durée de séjour en milieu humide augmente. (Essais 31 à 33.) Les feuilles séchées à l'étuve sont de beaucoup les plus attaquées.

Le tourteau résultant de la pressuration des feuilles perd son activité, si on le dessèche à la température ordinaire :

Essai 210 :

Tourteau desséché à l'air libre	0	10
Tourteau desséché au four	40	40

Le jus frais voit son activité diminuer en quelques heures, si on n'arrête pas la fermentation par chauffage ou par addition de chloroforme. Dans ce dernier cas, des exemples sont donnés au chapitre IV. On pourrait en indiquer d'autres. La moyenne de cinq compétitions entre du jus chloroformé, vieux de 1 à 17 jours, et du jus frais sans chloroforme est la suivante :

Jus chloroformé	43	38	2
Jus frais sans chloroforme	23	20	0

L'action du chauffage est manifeste dans l'essai 113, où l'on compare des jus séchés sur des rondelles de sureau, à l'air libre en deux heures, et au four par un chauffage de trois à quinze minutes.

Rondelles séchées à l'air libre	4	3	15
Rondelles séchées par chauffage de 3 minutes	10	25	25
Rondelles séchées par chauffage de 10 minutes	10	25	22
Rondelles séchées par chauffage de 15 minutes	0	25	10

Le séjour en atmosphère humide suffit pour altérer les principes actifs, après dessication convenable de la matière. Le fait doit encore être attribué à la fermentation, puisque l'humidité seule, agissant pendant un an, n'a pas une action aussi forte.

Feuilles séchées à l'étuve à 100° :

Essais 153 et 155 :

Conservées huit jours au sec	45	29	6
Conservées huit jours à l'humidité	10	5	13

Jus séché sur rondelles de sureau :

Essais 150 et 151 :

Conservé huit jours au sec	21	21	2
Conservé huit jours à l'humidité	0	1	0

D'autres exemples pourraient être donnés ; ils fournissent tous les mêmes résultats. Il faut noter que, dans tous ces essais, on ne distingue aucune odeur de fermentation ; celle-ci ne paraît cependant pas douteuse. On a vu par contre qu'aucune altération ne se produit en six jours chez l'extrait alcoolique.

7. Fermentation intense. — Si on abandonne le jus frais à lui-même pendant quelques jours, il devient le siège de fermentations très vives, avec dégagement gazeux et apparition d'une odeur désagréable, rappelant celle des pommes de terre pourries, mais plus intense. Ce jus est alors complètement délaissé par les larves (fig. 1). Exemple d'un jus au bout de dix-sept jours de fermentation :

Essai 116 :

Jus fermenté, vieux de dix-sept jours	0	2
Jus additionné de chloroforme	70	12

Exemple donné par le jus entier, stérilisé par ébullition, suivant qu'il est conservé à l'air libre ou dans un flacon bouché :

Essai 160 :

Jus stérilisé, conservé en flacon bouché	36	50
Jus stérilisé, conservé en flacon ouvert	5	0

Cette constatation faite, on a cherché à préciser si l'inactivation produite était due à la formation de matières répulsives ou à la destruction des principes actifs.

8. Matières répulsives dans les jus fermentés. — La présence de matières répulsives peut se reconnaître au moyen d'une technique qui a été utilisée principalement dans l'étude de certains *Solanum*. Elle consiste à prendre un liquide actif, par exemple du jus entier, et à le diluer de moitié, d'une part avec de l'eau, d'autre part avec le liquide à étudier. On compare les deux mélanges déposés sur des rondelles de sureau. Selon que l'activité du jus dilué par l'eau sera supérieure, égale ou inférieure à celle du jus additionné du liquide examiné, celui-ci sera considéré comme répulsif, indifférent ou actif. Le résultat est ici tout à fait net : le jus fermenté est répulsif.

Essai 267 :

Jus frais + jus fermenté	3	12	5
Jus frais + eau	2	48	25

Autre essai analogue :

Essai 266 :

Extrait alcoolique + jus fermenté	2	3	2
Extrait alcoolique + eau	25	24	10

9. Destruction des principes actifs dans les jus fermentés. — L'action répulsive présentée par les produits de fermentation masquant l'altération éventuelle des principes actifs et l'élimination des matières répulsives pouvant présenter des difficultés, on a profité du fait que les jus fermentés, conservés en flacon ouvert ou peu bouché, perdent au bout de quelques mois toute odeur de fermentation. On a alors répété la même épreuve, par mélange avec du jus frais, et les matières anciennement fermentées se sont montrées à peu près indifférentes :

Essai 264 :

Jus frais + vieux jus fermenté	3	13	9
Jus frais + eau	6	12	5

On a, d'autre part, déposé sur des feuilles de pommes de terre séchées, soit le jus fermenté ancien, soit la même quantité d'eau :

Essai 265 :

Jus fermenté ancien sur feuille séchée	8	30	22
Eau sur feuille séchée	18	25	36

Il semble donc que les deux mécanismes envisagés agissent simultanément : la fermentation produit des principes répulsifs, qui sont d'ailleurs volatils, et elle détruit en même temps les principes actifs. Ceux-ci sont donc fermentescibles.

Il y a lieu de signaler ici une action analogue causée par le développement du Mildiou de la pomme de terre, *Phytophthora infestans*. Les régions des feuilles envahies par le mycélium, et qui deviennent translucides avant que le feutrage extérieur soit visible, sont délaissées par le Doryphore.

V. LA QUESTION DE LA SOLANINE.

1. Remarques sur la composition des feuilles de pomme de terre. — Les propriétés que nous avons reconnues chez les principes actifs donnent lieu à quelques remarques pouvant conduire à leur identification. Parmi les grands groupes dans lesquels on classe les constituants de la matière vivante, les caractères de solubilité font éliminer certaines catégories : les acides gras; les glucides de faible poids moléculaire, qui seraient solubles dans l'eau; la cellulose; les acides aminés; les matières albuminoïdes qui, après coagulation, ne seraient plus dissoutes par l'alcool.

Mais, à côté de ces grandes classes de constituants de la matière vivante, on a signalé dans la feuille de pomme de terre, des substances moins importantes par leur abondance, mais pouvant jouer un grand rôle dans le fonctionnement des cellules : des bases puriques, du carotène, des alcaloïdes. Les premières existent dans tous les végétaux verts; seuls les alcaloïdes présentent un certain caractère spécifique. On a identifié la solanine, la solanéine et la bétaïne [1]. Il est remarquable d'autre part que les Doryphores ne vivent que sur des Solanées; or, des alcaloïdes ou des glyco-alcaloïdes comme la solanine, caractérisent la plupart des plantes de cette famille. Il semblait naturel d'établir un rapprochement entre ces deux faits. Cependant une observation préliminaire nous a empêchés de prendre comme hypothèse de travail l'action de la solanine sur les larves de Doryphore, et nous nous sommes contentés de quelques expériences de vérification.

Cette observation est la suivante : la solanine est surtout abondante dans les jeunes pousses de pomme de terre, où elle atteint une concentration maxima de 5 pour mille. Dans les feuilles, au contraire, on n'en rencontre, suivant l'âge de la plante, que de 0,1 à 0,5 pour mille. Or, les jeunes larves à qui on offre des pousses ne paraissent les attaquer que si la famine les y oblige; elles consomment même de préférence le parenchyme du tubercule qui adhère aux germes. Le développement des larves paraît d'ailleurs impossible sur ceux-ci. Sur 4 larves du premier âge soumises à ce régime, 3 moururent avant d'atteindre le second âge et la quatrième ne leur survécut que de quelques jours. Sur 4 larves témoins nourries de feuilles, 3 ont atteint leur complet développement. La conclusion de cette expérience est nette : si la solanine exerce une influence sur les larves de Doryphore, ce ne peut être qu'une influence répulsive et toxique. Cette action répulsive ne pourrait être due à une trop forte teneur dans les pousses, car nous verrons que la concentration croissante des extraits provoque des attaques de plus en plus fortes des larves.

En faveur de l'hypothèse de la solanine, nous devons indiquer par contre que ses propriétés de solubilité concordent avec celles des principes actifs : la solanine

[1] Wehmer (C.). — *Die Pflanzenstoffe*. Iéna, 1931.

est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool chaud, et serait certainement extraite par la technique de Kumagawa.

Les essais directs sur l'action de la solanine pouvaient être tentés dans deux directions principales :

a. Traiter les feuilles de pomme de terre de façon à extraire plus facilement la solanine et étudier l'activité des liquides ainsi obtenus ;

b. Introduire dans les rations du Doryphore de la solanine cristallisée.

2. Tentatives d'extraction de la solanine. — Deux techniques ont été envisagées. L'emploi d'alcool additionné de 5 p. 100 d'acide tartrique s'est révélé impraticable, cet acide étant répulsif pour les larves, comme le montre l'expérience suivante :

Essai 161 :

Jus entier + 5 p. 100 d'acide tartrique	5	5	0
Jus entier seul	50	24	0

Il en résulte que les extraits à l'alcool tartrique sont toujours moins actifs que les extraits alcooliques simples.

L'autre technique est celle qu'on emploie industriellement : c est l extraction par l'eau acidulée. Là aussi, il y a une certaine répulsivité de l'acide :

Essai 331 :

Jus entier + 1/500e d'HCl	28	24	35
Jus entier + 1/5.000e d'HCl	12	26	50
Jus entier seul	62	38	0

L'addition de telles proportions d'acide chlorhydrique aux jus entiers, suivie d'une centrifugation, donne des liquides peu ou pas actifs.

3. Addition de solanine pure. — Les premiers essais n'ont montré aucune activité de la solanine.

Essai 164 :

Jus entier + 1 p. 100 de solanine	12	10	32
Jus entier seul	10	0	44

Essai 341 :

Feuille extraite à l'alcool	0	0	0
Feuille extraite à l'alcool + 0 mg. 2 de solanine	0	1	3
Feuille séchée à 100°	12	15	10

Dans une autre série d'expériences, on a ajouté à des matières de valeurs alimentaires très diverses des doses croissantes de solanine, de manière à obtenir les concentrations suivantes : 0,05 p. 1.000, 0,5 p. 1 000, 1,25 p. 1.000, 5 p. 1.000. Ce n'est qu'avec la dose la plus forte qu'on a pu noter un accroissement d'attaque, et uniquement pour des matières peu nutritives présentées à des larves affamées.

Si l'on désigne par 1 l'attaque des diverses substances sans apport de solanine, les chiffres correspondants seront, pour l'addition maxima d'alcaloïde :

Sur moelle de sureau	2,5
Sur jus de pomme de terre dilué au quart	1,6
Sur jus entier	1,2
Sur feuille de fève	0,46

De l'ensemble de ces essais, qui sont ici très résumés, on peut tirer les conclusions suivantes :

a. La solanine n'agit qu'à la dose de 0 mg. 5 par centimètre carré de surface alimentaire;

b. Elle n'augmente pas l'attaque des matières nutritives, et elle peut même les diminuer, aux concentrations supérieures à celles qui existent dans la nature;

c. Ajoutée à des matières peu ou pas nutritives, elle augmente les attaques par des insectes affamés, comme le ferait une matière quelconque non répulsive.

4. Rapports entre la teneur des extraits en azote et leur activité. — Une objection peut être apportée aux expériences précédentes. C'est qu'elles ont été réalisées avec une solanine cristallisée qui ne correspond pas forcément au corps existant dans la plante vivante. On connaît plusieurs formes de solanine et on n'est pas éloigné de penser que chaque *Solanum* renferme une solanine particulière [1]. Ceci laisse supposer que ces corps doivent subir toutes sortes de transformations dans les tissus végétaux, et qu'il peut s'y trouver, à côté de la molécule de solanine chimiquement définie, des groupements plus complexes ou plus simples ayant des rapports avec les principes étudiés.

Une dernière observation mérite d'être signalée :

La formule la plus communément admise pour la solanine de pomme de terre est : $C^{44}H^{71}NO^{15}$, ce qui correspond à une teneur en azote de 1,64 p. 100. Or, parmi les liquides actifs résultant de l'extraction alcoolique, les extraits secs ont une teneur croissante en azote, tandis que diminue la proportion des substances foliaires qu'ils ont conservées. Exemple :

Tableau VIII.

Analyses d'extraits de feuilles de pomme de terre.

NATURE DES EXTRAITS.	POURCENTAGE DE MATIÈRE SÈCHE foliaire entraîné par l'extrait.	TENEUR EN AZOTE DE L'EXTRAIT SEC.
Extrait alcoolique primaire	27,0 p. 100.	1,02 p. 100.
Résidu après traitement au benzène	16,2 —	1,57 —
— — à l'éther	14,6 —	1,90 —
Résidu soluble dans l'eau	12,0 —	1,80 —

[1] Thomas (Ch.). — Recherches sur le *Solanum sodomaeum* L., Thèse de Pharmacie, Paris, 1933.

Les extraits les plus « purifiés » ont ainsi une teneur en azote qui se rapproche de celle de la solanine.

On pourrait montrer également que, si on considère une série quelconque d'extraits de feuilles de pommes de terre, les fortes activités correspondent, en général, aux fortes teneurs en azote. Dans le tableau IX, l'activité des extraits est notée de 0 à 10, d'après les résultats de divers essais :

Tableau IX.

Rapport entre les teneurs en azote et les activités.

NATURE DU SOLVANT UTILISÉ POUR L'EXTRACTION.	TENEUR EN AZOTE DE L'EXTRAIT SEC.	ACTIVITÉ APPROXIMATIVE.
Alcool (extrait purifié n° 56)	1,9 p. 100.	8
Eau (résidu soluble, n° 57)	1,8 —	10
Alcool (extrait n° 71)	1,1 —	10
Alcool (extrait n° 33)	1,02 —	8
Eau (liquide clair, n° 58)	0,98 —	2
Alcool (extrait n° 73)	0,85 —	2
Alcool (extrait n° 69)	0,80 —	5
Eau (liquide clair, n° 61)	0,66 —	1
Alcool (extrait n° 72)	0,57 —	2
Ether (extrait n° 54)	0,49 —	0
Acétone (extrait n° 53)	0,36 —	1
Benzène (extrait secondaire n° 20)	traces.	0

Il est possible qu'il existe une relation entre les principes actifs étudiés et certains composés azotés, qui pourraient être eux-mêmes en rapport avec les alcaloïdes du *Solanum tuberosum*.

VII. INFLUENCE DE LA CONCENTRATION DES PRINCIPES ACTIFS.

1. Rapport entre la concentration et l'intensité des attaques[1]. — Quand on offre en compétition aux larves de Doryphore des concentrations croissantes d'extrait alcoolique déposé sur moelle de sureau, on voit que la consommation croît proportionnellement à la richesse de ces matières. On peut s'en rendre

[1] Ces résultats ont été résumés dans la note suivante :

Trouvelot (B.), Raucourt (M.) et Castets (G.). — Remarques sur le mode d'action physiologique des principes actifs de *S. tuberosum* envers les larves du *L. decemlineata*. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CIC, p. 684, 1934.)

compte par le tableau suivant, dans lequel nous désignons par C une concentration égale à celle qui existe dans les feuilles de pommes de terre.

Tableau X.

Concentrations croissantes de l'extrait alcoolique.

CONCENTRATIONS.	COTES D'ATTAQUE.			
	PARTIELLES.			TOTALES.
Essai 368 :				
C	2	1	1	4
2 C	0	1	3	4
4 C	1	12	6	19
10 C	13	15	8	36
20 C	30	22	13	65
Essai 460 :				
C	0	1	–	1
4 C	12	12	–	24
8 C	30	40	–	70
12 C	55	30	–	85

Dans chaque série, le rapport des attaques totales à la richesse est sensiblement constant.

Le même fait se reproduit si on compare chaque concentration à l'extrait normal C. L'activité de ce dernier paraît diminuer, quand on le met en compétition avec des principes actifs de plus en plus concentrés. L'examen de la figure 10 montre très bien ce phénomène.

La dilution de l'extrait alcoolique donne des diminutions d'attaque.

Tableau XI.

Dilutions de l'extrait alcoolique.

CONCENTRATIONS.	COTES D'ATTAQUE			
	PARTIELLES.			TOTALES.
Essai 373 :				
C	2	27	26	55
C/2	8	3	14	25
C/4	1	1	0	2
C/10	0	0	0,5	0,5

La diminution des attaques est plus que proportionnelle aux dilutions, et il semble que la concentration C/4 constitue un minimum au-dessous duquel l'activité des matières devient négligeable (fig. 11).

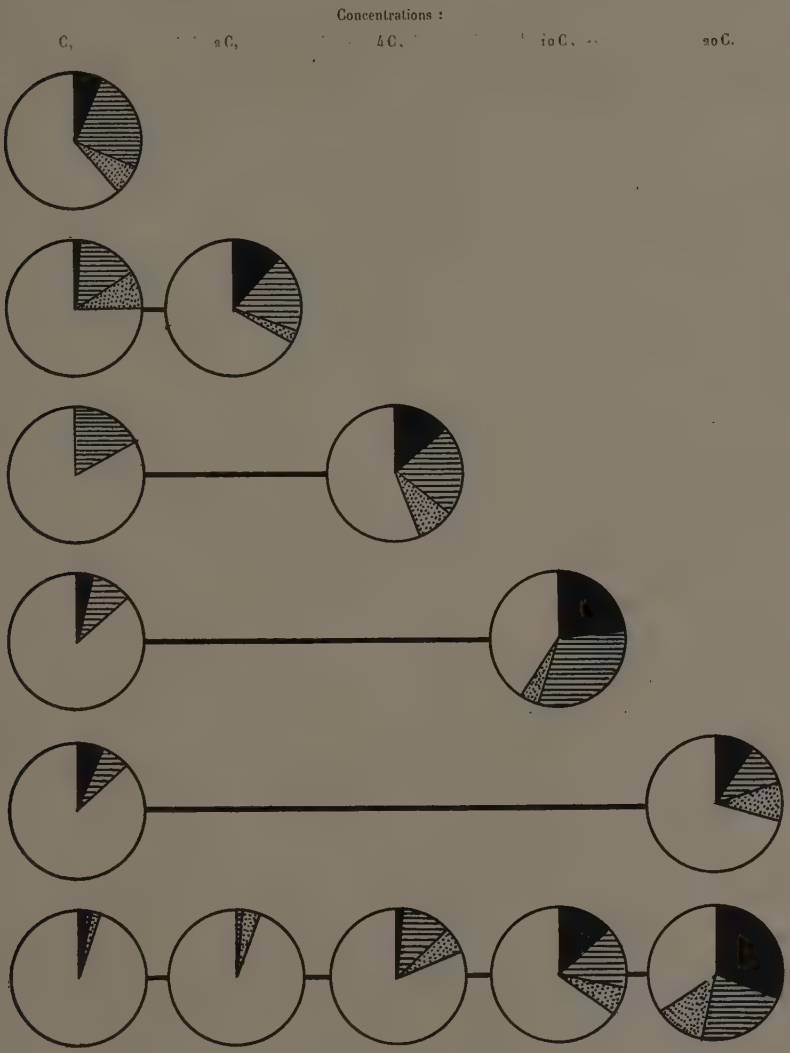


Fig. 10. — *Concentrations croissantes de l'extrait alcoolique.*
(*Essais 363 à 368.*)

D'une façon générale, ces tableaux montrent que les attaques croissent toujours avec les concentrations en matières actives, sans passer par un maximum, au moins dans les limites où nous avons opéré.

2. Comportement des larves en présence de différentes concentrations. — Dans l'essai 460, on a disposé dans une boîte de Petri de 20 centimètres 32 rondelles de moelle de sureau groupées en quatre séries. Celles-ci reçoivent respectivement, sous forme d'extrait alcoolique primaire, les concentrations suivantes en principes actifs : C (normale), 4 C, 8 C, 12 C. On place 24 larves dans la boîte et on les observe au cours de quarante relevés échelonnés sur une période de deux heures. Les constatations faites sont schématisées dans le tableau suivant :

Tableau XII.

Influence des concentrations sur le comportement des larves.

PARTICULARITÉS BIOLOGIQUES.	SÉRIE DE CONCENTRATION.			
	C.	4 C.	8 C.	12 C.
Nombre de rondelles attaquées	1	6	6	7
Total des insectes trouvés sur les rondelles dans l'ensemble des relevés	1	17	86	180
Durées de séjour les plus courantes des larves sur les rondelles	1 mn.	1–2 mn.	3–15 mn.	6–15 mn.
Maximum de larves groupées sur une même rondelle	1	1	3	6
Rapport entre le nombre de larves attaquant une rondelle intacte et de celles qui arrivent ensuite	1/0	1/0	2/1	7/18

Ce tableau nécessite quelques commentaires :

a. Le nombre des larves qui s'arrêtent sur les rondelles de sureau croît avec la richesse en extrait, mais beaucoup plus rapidement que celle-ci;

b. Le nombre des arrêts suivis d'attaque s'élève en même temps que la concentration, et la circulation des larves diminue. Le grand nombre de larves s'observant sur les concentrations élevées résulte surtout du phénomène grégaire, les insectes paraissant attirés quand ils passent à proximité de l'un d'eux occupé à manger. Ce phénomène a déjà été signalé sur les feuilles, ce qui montre que l'action des extraits est bien due aux substances existant dans la plante;

c. La durée des stationnements s'accroît avec la richesse en matière active. Toutefois, pendant ces arrêts plus prolongés, la larve ne mange pas constamment. La conséquence est que le pourcentage de surface mangée augmente moins vite que la durée de séjour des larves sur les rondelles;

d. On voit donc que l'augmentation de consommation signalée dans le cas des matières riches, n'est pas due à un accroissement des matières mangées par chaque larve dans un temps donné, mais à la réduction des délais d'attaque, de la circulation, et à l'intervention du phénomène grégaire.

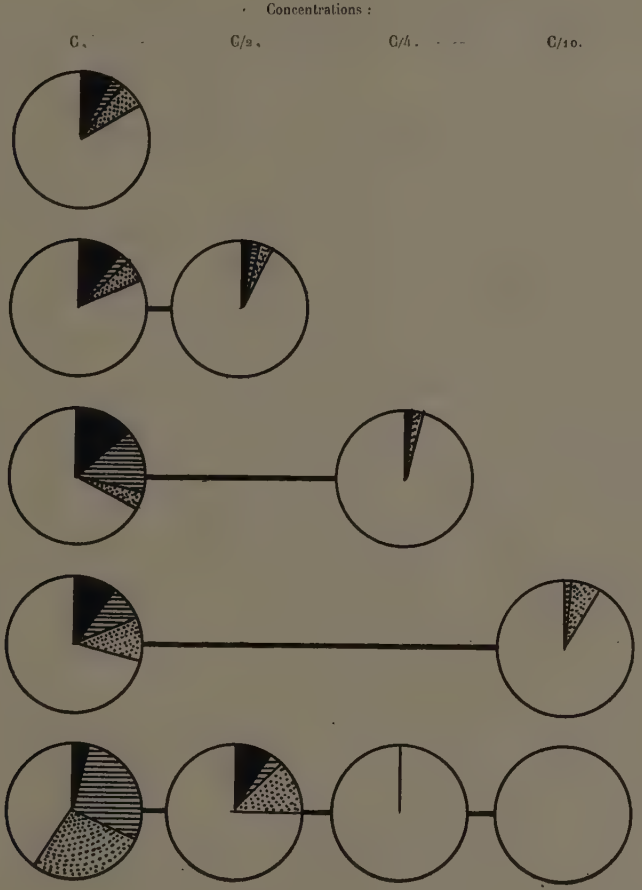


Fig. 11. — *Dilutions de l'extrait alcoolique.*

(*Essais 369 à 373.*)

Notons en passant que ce dernier point prend une importance particulière dans la nature : à une circulation plus grande, correspondent des chutes plus nombreuses des larves sur le sol, et celles-ci entraînent presque toujours la mort des individus jeunes.

Par contre, aux concentrations faibles (moins de C/2), la consommation par larve diminue, en même temps que s'accroît la circulation.

3. Activité des extraits d'autres *Solanum* tubérifères. — Voici les résultats donnés par les extraits alcooliques de quelques *Solanum* tubérifères.

Tableau XIII.

Activité d'extraits alcooliques de Solanum.

NUMÉROS DES ESSAIS.	PLANTES.	COTES D'ATTAQUE SUR L'EXTRAIT ALCOOLIQUE					
		DE LA PLANTE.			de *S. tuberosum* TÉMOIN.		
420	*Solanum edinense*	24	13	18	4	2	10
421	*S. Commersonii*	61	4	3	14	6	5
419	*S. Caldasii*	7	4	6	25	6	5
422	*S. aculeatissimum*	3	2	2	32	8	3

D'autres essais montrent que l'extrait de *S. aculeatissimum* est répulsif; mélangé à l'extrait alcoolique de pommes de terre, il diminue son activité, plus que ne le ferait de l'alcool pur.

Le classement de ces plantes se fait exactement dans le même ordre que si l'on opérait avec leurs jus ou avec leur folioles, ce qui confirme la valeur de la technique d'extraction suivie. Pour les mêmes espèces, les pourcentages d'abandons larvaires sur des pieds situés en plein champ sont : *S. edinense :* 20 à 30 p. 100; *S. Commersonii* (au début de l'attaque) : 30 p. 100; *S. tuberosum :* 30 p. 100; *S. Caldasii :* 90 à 100 p. 100.

4. Variation de la richesse en matière active chez la pomme de terre. — L'extrait alcoolique de feuilles de pommes de terre en mauvais état physiologique donne les résultats suivants :

Tableau XIV.

Activité des plantes étiolées.

NUMÉROS DES ESSAIS.	MATIÈRES VÉGÉTALES.	COTES D'ATTAQUE. EXTRAITS DE FEUILLES					
		Étiolées.			Normales.		
397	Plantes étiolées dans les champs par la sécheresse	1	8	6	5	22	10
398	Plantes étiolées artificiellement, à l'obscurité	3	8	1	10	25	6
399	Parties jaunes de feuilles panachées.	1	20	12	2	30	19

Le jaunissement des feuilles amène une diminution nette de la richesse en principes actifs. En confirmation de ce fait, on constate un certain délaissement par les larves des feuilles jaunissantes et des parties jaunes des feuilles panachées.

On peut conclure de ce chapitre, qu'un abaissement de la teneur en principes actifs au quart de ce qui existe chez les pommes de terre cultivées, pourrait suffire à porter de 30 à 90 p. 100 l'abandon de la plante par les larves. Cette variation se produit dans certains états physiologiques. Le problème consiste à l'obtenir de façon permanente.

VIII. RECHERCHE DU CARACTÈRE ATTRACTIF OU RÉPULSIF D'UNE PLANTE.

1. Principes. — On se base sur le fait que la dilution d'une substance active abaisse ses cotes d'attaque dans des proportions constantes. Si on emploie comme diluant, dans des essais comparables, d'une part une matière neutre (eau, alcool), d'autre part le jus ou l'extrait de la plante étudiée, les différences d'attaque constatées permettront de classer cette dernière comme répulsive ou attractive.

Il est utile de compléter cette épreuve par des essais faits sur des matières tirées de la même plante et offertes sans compétition; on en déduit d'utiles indications sur les délais d'attaque. En distinguant dans les essais les jus obtenus par pressuration et les feuilles entières, on peut, comme pour la pomme de terre, obtenir un début de localisation des principes actifs.

Ces premiers travaux ont eu pour but de rechercher une plante réellement indifférente, choisie en dehors de la famille des Solanées, et susceptible de remplacer la moelle de sureau comme support neutre, mais fournissant en même temps de la matière nutritive.

2. Méthode employée. — Voici la liste des épreuves auxquelles une plante A. de caractère inconnu, peut être soumise :

a. Compétition entre feuille de A et feuille de pomme de terre;

b. Compétition entre jus de A et jus entier de pomme de terre;

c. Essais isolés sur feuille et sur jus de A;

d. Compétition :

Jus de pomme de terre dilué par jus de A,
Jus de pomme de terre dilué par l'eau;

e. Compétition :

Feuille de pomme de terre + jus de A,
Feuille de pomme de terre + eau;

f. Compétition :

Feuille de A + jus de pomme de terre,
Moelle de sureau + jus de pomme de terre.

A titre d'exemple, nous indiquerons les cotes d'attaques fournies par application de cette méthode à la fève (*Faba vulgaris* L.).

Epreuve a (*essai 278*) :

Feuille de fève	0	30	25
Feuille de pomme de terre	80	20	0

Epreuve b (*essai 299*) :

Jus de fève	0	1	1
Jus de pomme de terre	18	18	10

Epreuve c (*essais 279 et 300*) :

Les feuilles de fève offertes seules ne donnent que 1 p. 100 d'attaque (petites morsures disséminées) et celle-ci ne commence qu'au bout de quarante-huit heures. La cote d'attaque du jus est : 0, 7, 8. Il faut remarquer que pour les feuilles, la compétition avec une plante consommée (pomme de terre) favorise l'attaque. Le phénomène est inverse pour les jus.

Epreuve d (*essai 304*) :

Jus de pommes de terre + jus de fève	5	27	7
Jus de pommes de terre + eau	1	16	15

Epreuve e (*essai 301*) :

Feuille de pomme de terre + jus de fève	45	38	7
Feuille de pomme de terre + eau	20	32	6

Epreuve f (*essai 303*) :

Feuille de fève + jus de pomme de terre	10	50	0
Moelle de sureau + jus de pomme de terre	15	20	25

Conclusion : La feuille de fève entière paraît indifférente; le jus aurait une certaine activité.

3. Résultats donnés par différentes plantes. — Nous résumons ici les caractères de quelques plantes non solanées, étudiées par la même méthode :

PLANTES.	FEUILLES ENTIÈRES.	JUS.
Faba vulgaris Moench	Indifférentes	Légère activité.
Pisum sativum L.	Consommables	Activité nette.
Zea mays L.	Répulsives	Indifférent.
Pirus Malus L.	*Idem*	Répulsif.
Cynara scolymus L.	*Idem*	*Idem.*

La feuille de pois entière, mais desséchée, se montre indifférente et se comporte tout à fait comme le sureau.

Des essais plus sommaires faits sur d'autres plantes ont abouti aux conclusions suivantes :

Brassica oleracea L. : feuilles au moins indifférentes, peut-être répulsives.
Trifolium arvense L. : Répulsif.
Plantago lanceolata L. : répulsif.
Linaria cymballaria Mill. : répulsive.
Phaseolus vulgaris L. : indifférent.

Voici enfin les caractères de quelques Solanées :

PLANTES.	FEUILLES ENTIÈRES.	JUS.
Petunia hybrida Hort.....	Aisément consommées..	Très actif.
Solanum gracile Dün.....	Consommées	*Idem.*
S. nitidibaccatum Bitter ...	*Idem*	Actif.
S. andigenum Bukass.....	Aisément consommées..	*Idem.*
S. demissum.....	*Idem*	Un peu actif.
S. Caldasii.....	Légèrement actives ...	Très légèrement actif.
S. aculeatissimum.....	Très répulsives.....	Répulsif.

S. tuberosum se placerait en tête de ce tableau.

Ces résultats confirment ceux qui ont été indiqués dans le tableau III. Ces derniers correspondaient à des essais de folioles ou de jus non mélangés; ils ne permettaient pas de déceler l'action répulsive.

IX. CONCLUSIONS.

1° La consommation des feuilles de *Solanum tuberosum* par les larves de Doryphore est déterminée par l'action qu'exercent certains constituants de la plante sur les sens de l'insecte, et particulièrement sur le sens du goût.

2° Ces matières font partie de la fraction non liquide du contenu cellulaire; elles sont entraînées par pressurage en même temps que la chlorophylle.

3° Elles sont extraites par l'alcool chaud, mais ne sont pas des lipides saponifiables. Quand l'extrait alcoolique a été débarrassé des matières grasses, les principes actifs deviennent solubles dans l'eau.

4° Ces principes présentent une forte stabilité chimique, ne sont pas volatils, résistent à un chauffage de plusieurs jours à 100°. A la température ordinaire, il perdent environ la moitié de leur activité en un an, aussi bien en présence d'humidité qu'en milieu sec. Ils sont détruits en quelques heures dans l'eau bouillante

5° La fermentation naturelle produit dans les jus de feuilles de pomme de terre des matières répulsives qui empêchent leur consommation par les larves. Elle détruit en outre les principes actifs.

6° La présence de solanine dans les plantes n'est pas la cause de leur attaque par le Doryphore. Certaines observations font penser cependant que les principes actifs seraient des matières azotées.

7° La consommation des plantes par les larves croît en même temps que la concentration en principes actifs. Ce point a été vérifié jusqu'à des concentrations vingt fois plus fortes que celles qui existent dans la feuille de pomme de terre. En cas de dilution, la consommation décroît de même proportionnellement; mais quand on atteint une concentration égale au quart de celle qui existe dans *S. tuberosum,* l'attaque par les larves devient négligeable. Cette remarque amène à penser qu'on pourrait ainsi empêcher les dégâts graves, en faisant tomber le taux des principes actifs de la plante au-dessous d'une certaine limite.

DOCUMENTATION.

I. GÉNÉTIQUE.

Villiers (P. J. R. de). — **Étude génétique de l'hérédité de différents caractères chez certains hydribes d'*Avena*.** (A genetic study of the inheritance of the various characters in certain *Avena hybrids*.) *Department of Agric. Stellenbosch-Elsenburg College of Agriculture of the Univ. of Stellenbosch, Sc.*, Bull. n° 19, 1935.

L'auteur décrit brièvement les différentes variétés d'avoine utilisées dans les croisements et donne une clef de détermination pour les variétés d'*A. byzantina* et d'*A. sativa*.

Il constate que le nombre de facteurs déterminant la précocité dans les croisements d'avoine varie suivant les parents employés et que l'époque de l'épiaison est influencée par les températures maxima et minima.

L'auteur étudie ensuite le comportment génétique des caractères suivants : pilosité de la glumelle, arêtes, dimensions des graines, poids de l'amande et couleur du grain.

1° Les résultats obtenus en croisant deux variétés à glumelles glabres ou une variété à glumelles glabres avec une variété peu poilue démontrent la présence d'un facteur inhibiteur, en plus du facteur pilosité.

2° La constitution génétique des différentes variétés non aristées ou très peu aristées n'est pas toujours la même. Un croisement entre variétés à arêtes faibles peut donner des descendants dont une certaine proportion auront des arêtes fortes. Un croisement entre variété aristée et variété non aristée peut donner des descendants entièrement aristés ou une disjonction : aristés et non aristés. Le milieu exerce d'ailleurs une influence sur le développement des arêtes.

3° Pour expliquer l'hérédité du caractère : longueur du grain, il faut avoir recours à l'hypothèse des facteurs multiples. Quant au caractère grosseur du grain, il est trop influencé par les conditions extérieures pour pouvoir être contrôlé au point de vue héréditaire.

4° Le poids de l'amande dépend de la forme du grain et varie suivant les conditions extérieures, ce qui explique l'impossibilité de trouver, pour l'hérédité de ce caractère, une loi correspondant aux résultats obtenus dans certains croisements.

5° Dans un croisement avoine à grain noir × avoine à grain roussâtre, le noir est dominant et la disjonction F_2 se fait suivant la proportion : 3 : 1. Dans un croisement avoine à grain blanc × avoine à grain roussâtre, la nouvelle couleur (chocolat) obtenue en F_1 et la disjonction dans les générations suivantes font supposer une recombinaison de facteurs.

R. F.

Vears (C. K.) and Macindoe (S. L.). — **Le charbon de l'avoine. Les réactions des variétés à la maladie.** (Oat smut. The reactions of varieties to the disease.) *The agricultural Gazette of New South Wales*, vol. XLVI, p. 187-190, avril 1935.

Parmi les nombreuses maladies des céréales pouvant sévir en Nouvelle-Galles du Sud, le charbon de l'avoine est considéré comme une des plus dangereuses. Sur les plateaux et coteaux de la région Nord, cette maladie peut détruire jusqu'à 50 p. 100 des pieds. Dans de telles régions, où l'on cultive surtout la « blanche de Tartarie », variété sensible, le problème de la lutte contre ce parasite se pose donc avec acuité.

Les auteurs, après avoir étudié et décrit les principaux symptômes de la maladie (charbon nu et charbon vêtu), ainsi que les moyens de lutte (traitement au formol), passent à

l'étude de la résistance des variétés. Des essais, effectués dans les fermes de la Section d'amélioration des plantes du département de l'Agriculture, ont permis de diviser les variétés cultivées dans la Nouvelle-Galles du Sud, en quatre catégories :

I. Les variétés immunes :
Baxter, Bimbi, Burt's Early, Estramadura grey, Frazier, Fulghum, Kandos, Lampton, Victoria.

Dans ce groupe, il convient de remarquer la variété « *Lampton* », qui se distingue par sa grande résistance à la rouille des tiges (*Pucc. graminis*).

II. Les variétés très résistantes (1 à 5 p. 100 d'infection) :
Belar, Bradley, Burdett, Guyra, Kanota, Kareela, Markton, Myall.

III. Les variétés résistantes (6 à 10 p. 100 d'infection) :
Beta, Boomi, Mulga, Weston, Warrigal.

IV. Les variétés sensibles (11 à 100 p. 100 d'infection) :
Algerian, Baldwin, Burda, Bombo, Burke, Dun, Lachlan, Laggan, Potato, White Tartarian.

Les auteurs soulignent l'insuffisance, au point de vue tallage, et parfois qualité du grain, de la majorité des avoines immunes. Il conviendrait donc de les croiser avec des variétés possédant les qualités leur faisant défaut. Dans ce but, des hybridations telles que *Lampton* × *Agerian*, *Guyra* × *Laggan*, etc., ont été effectuées.

P. J.

PISSAREVA (A. V.). — **Méthodes d'hybridation chez les blés.** *Bull. of appl. Bot. Plant Industry in U. R. S. S.*, série A, n° 14, Leningrad, p. 47-52 (en russe).

Après de multiples essais effectués fin juillet 1932 à Detskoë Selo (blés employés : *Touloun* 70 B/8 et *Ruskea*), l'auteur arrive aux conclusions suivantes : par temps chaud et sec, il faut polliniser les blés de printemps trois jours après castration ; les étamines jaune vif près d'éclater et employées immédiatement donnent le meilleur résultat. Si on conserve en sachets de papier du pollen récolté le matin, il faut l'utiliser dans la journée même (sauf aux heures chaudes : 12 heures à 15 heures).

Mais, pour travailler plus sûrement, il vaut mieux opérer en serre (80 à 100 p. 100 de réussites), ce qui permet en même temps d'obtenir une F_1 dès la première année pour les blés de printemps.

L. F.

GOYTA Y ANGULO (Manuel de). — **L'hérédité de quelques caractères dans les blés durs.** (La herencia de algunas caracteristicas en los trigos duros.) *Bolletin del Institudo de Investigaciones agronomicos*, n° 2, p. 153-163. juillet 1935,

L'auteur, estimant que les travaux relatifs au comportement génétique et à l'hérédité des caractères des blés ont porté presque exclusivement sur les variétés de blés communs (*T. vulgare* VILL.) a surtout étudié les croisements de blés durs (*T. durum* DESF.).

Les différents caractères étudiés dans les hybridations réalisées par l'auteur sont les suivants : couleur jaune-verdâtre des feuilles de la plante ; couleur des glumes, des barbes de l'épi et du grain ; section de la tige.

Le comportement du premier caractère cité, étudié dans les croisements *Egypt 3654* par *Senatore Cappelli* et un blé de la région, *Colorado de Jerez*, montre que ce caractère est régi par une paire de facteurs, avec dominance de la couleur jaunâtre.

La couleur rouge des glumes, dans les croisements entre *Colorado de Jerez* et *Senatore Cappelli*, est sous la dépendance d'une paire de facteurs mendéliens, avec dominance incomplète de la couleur rouge, car l'hybride obtenu présente, en première génération, des glumes colorées en roux très pâle.

Dans un autre croisement, Blé *Obispado* par *Senatore Cappelli*, l'auteur montre que le caractère « couleur noire des barbes » domine le caractère couleur blanche. Le comportement couleur du grain, étudié dans ce même hybride, se trouve sous la dépendance de deux facteurs mendéliens avec dominance de la couleur rouge.

Enfin, l'hérédité du caractère paille pleine ou paille creuse semble être régi par deux

paires de facteurs, le caractère paille creuse étant incomplètement dominant. Néanmoins, l'auteur pense que cette question doit être éclaircie par une étude ultérieure.

P. J.

Schreiber (L.). — **Les blés des îles de la Méditerranée.** (Wheats of the islands of the mediterranean.) *Bull. of Applied Botany, of genetics and Plant Breeding*, série V, n° 2, p. 41-231, 1934.

En 1926-1927, sous la direction de Vavilof, une expédition, dont l'auteur faisait partie, fut organisée dans le but d'étudier les principales espèces de blés pouvant être rencontrées dans les îles de la Méditerranée. Parmi les observations recueillies, l'auteur cite l'influence que peut avoir la sécheresse sur la formation des écotypes de blés de ces îles. Un trait caractéristique des blés des îles méditerranéennes est la prédominance de blés durs (*T. durum* Desf). Les blés anglais (*T. turgidum* L) sont peu nombreux, surtout dans le Sud-Est (Chypre). Dans presque toutes les îles, il fut trouvé des formes intermédiaires entre *T. durum* Desf et *T. turgidum* L. Ce sont les *T. intermedium* Flaki.

Les espèces *T. monococcum* L., *dicoccum* Schub. et *Spelta* L. ont été rarement observées. Quant aux *T. vulgare* Vill, leur aire de culture est réduite et le nombre de variétés assez restreint. Les principales formes originelles de blés tendres sont presque toutes barbues.

L'auteur passe ensuite à l'examen de la répartition des espèces se trouvant dans les différentes îles. En Sardaigne, il note une dominance des blés durs du type africain.

En Corse, au contraire, les *T. vulgare* sont plus abondants. Dans les Iles Baléares, on rencontre *T. polonicum* L.

Parmi le matériel ramassé en Sicile, il s'est trouvé une variété nouvelle de *T. turgidum*, *T. turgidum* var. *pseudo melanotherum* Sch. (Épi compact non ramifié, non pubescent, blanc, à barbes noires et grain blanc.)

Mais ce fut dans l'île de Chypre où la moisson de variétés encore inconnues fut la plus abondante.

Presque toutes appartiennent à *T. durum duro compactum* Flakol. Ce sont les variétés : 1. *pseudo affine* Sch.; 2. *pseudo Reichanbachi* Sch.; 3. *pseudo erythromelan* Sch.; 4. *pseudo provinciale* Sch.; 5. *pseudo obscurum* Sch.; 6. *pseudo africanum* Sch.; 7. *pseudo Coerulescens* Sch.

Une des caractéristiques des blés de l'île de Chypre est la présence parmi eux de formes éligulées (*T. durum eligulatum* Vav.). Il semble que, jusqu'à présent, les blés éligulés se trouvent surtout localisés dans cette île.

Dans l'archipel de la mer Ionienne, de la mer Égée et les îles de Rhodes et Crête, on trouve surtout en abondance des blés durs *T. vulgare*, *T. turgidum* et *T. polonicum* étant en petit nombre.

L'auteur, après cette partie descriptive, passe à l'étude des caractères végétatifs et physiologiques des différentes variétés rencontrées. Entre autres, il cite la grande résistance de certains blés de Sardaigne aux maladies cryptogamiques, ce qui leur confère une certaine valeur comme matériel d'amélioration. En terminant, l'auteur indique que des travaux dans ce sens sont déjà entrepris en U. R. S. S.

P. J.

Williams (R. D.). — **Génétique de la couleur de la fleur chez *Trifolium pratense* L.** (*Genetics of flower colour in* Trifolium pratense L.) *J. of Genetics*, v. 31, n° 3, oct. p. 431, 1935.

Chez le trèfle rouge, le facteur fondamental pour la couleur de la fleur peut être représenté par C, dominant par rapport à *c* (fleurs blanches). Le facteur récessif *c* est épistatique par rapport à tous les autres facteurs connus pour la coloration de la fleur (C, *Cy*, *Cd*) excepté par rapport au facteur *Cp* qui donne des fleurs panachées; et de plus, ce facteur *c* inhibe le développement des pigments anthocyaniques dans tous les organes végétatifs.

En l'absence de C, toutes les plantes de formule *cc* ont des graines ivoire pâle et des corolles d'un blanc pur devenant grisâtre en se flétrissant. Les plantes possédant à la fois

cc, par exemple *cy cy* et C ont des graines arrondies jaunes et des fleurs teintées de jaune devenant brun en se flétrissant.

Quand on croise une plante CC à fleurs rouges avec une plante *cc* à fleurs blanches, la génération F_1 est rouge et la disjonction F_2 se fait suivant le schéma 3 : 1. De plus, on constate que les facteurs de coloration sont liés aux facteurs allélomorphes de stérilité S.

Après des croisements nombreux, l'auteur a établi que la moyenne de « crossing-over » pour C et S était d'environ 35 p. 100.

R. F.

JENKIN (T. J.). — **Hybrides interspécifiques et intergénériques chez les graminées de prairie. II** *Lolium perenne* × *L. Temulentum.* (Interspecific and intergeneric hybrids in herbage grasses. II *Lolium perenne* × *L. Temulentum.*) *J. of. Genetics*, v. 31, n° 3, p. 379, oct. 1935.

Quel que soit le sens du croisement, il n'y a pas de différence dans le pourcentage de graines formées. Par contre, les types de caryopse obtenus et la faculté germinative ne sont pas les mêmes dans les deux cas.

Quand *L. temulentum* est employé comme mère, les caryopses sont gros et ne se distinguent pas de ceux obtenus par autofécondation, cependant le pourcentage de germination est extrêmement faible. Lorsque *L. perenne* est employé comme mère, les caryopses sont plus petits, mais, pour ceux développés normalement, le pourcentage de germination est élevé. Pour l'auteur, il semble que le sens du croisement n'influe pas sur la faculté germinative, on réduirait la différence en récoltant plus tôt (avant maturité) les graines du croisement *L. temulentum* × *L. perenne;* ainsi la dégénérescence de l'endosperme n'aurait pas le temps d'atteindre l'embryon.

Les résultats obtenus sont comparables à ceux du croisement *L. perenne* × *F. pratensis* réalisé par l'auteur en 1933. La parenté entre *L. perenne* et *L. telumentum* d'une part et *L. perenne* et *F. pratensis* d'autre part est du même ordre, mais plus lointaine dans le dernier cas.

Les hybrides F_1 sont semblables quel que soit le sens du croisement. Certains caractères de *L. perenne*, comme le caractère lisse de la tige, l'absence de barbe et la longueur réduite de la glume sont dominants. Dans les premiers stades, le développement des plantes F_2 est plus rapide que chez *L. perenne*, mais les plantes fleurissent plus tard chez *L. temulentum*. D'autre part, après la maturité, les plantes F_1 ne meurent pas, elles sont vivaces comme *L. perenne* alors que *L. temulentum* est annuel.

Ce travail n'a pas été entrepris en vue d'un but pratique immédiat, mais il se rattache aux recherches poursuivies à l'heure actuelle par certains auteurs (OSSENT 1930, VERUSHKINE et SHECHURDINE 1933, TZITZIN 1933, WAKAR 1934, KUCKUCK 1934), recherches orientées vers la production de formes vivaces de céréales.

R. F.

TRUMBLE (H. C.). — **Note sur l'origine de** *Phalaris tuberosa* **L.** [A note on the origin of « Toowoomba Canary grass » (*Ph. tuberosa* L.)] *Journ. of the Council for Scient. and Indust. Research*, vol. 8, n° 3, p. 195-202, 1935.

Cette plante a été introduite d'Italie sous le nom de *Ph. commutata* et cultivée à Toowoomba (Australie du Sud), vers 1884.

Les hybrides interspécifiques effectués par l'auteur (*Ph. coerulescens, Ph. minor, Ph. arundinacea, Ph. paradoxa,* avec *Ph. Tuberosa* et entre eux) se sont montrés peu fertiles ou peu résistants. Au contraire, les hybrides entre formes de *Ph. tuberosa* (une forme de Palestine par une lignée sud-américaine) ont donné des descendants de vigueur accrue.

Pourtant, par croisement d'hybrides interspécifiques par *Ph. tuberosa*, on obtient des résultats intéressants (Dr JENKIN). On observe également de nombreux croisements naturels entre *Phalaris* divers en Australie, mais au point de vue de l'origine des formes de *Ph. tuberosa* intéressantes pour la culture, il semble qu'on doive la chercher dans les pays méditerranéens, par croisement entre écotypes locaux adaptés à la sécheresse et *Phalaris* divers; on a introduit un groupe de ces hybrides en Australie et toutes les formes qu'on y trouve doivent en provenir.

L. F.

Pavlova (A.). — **Variétés de pois chiches résistantes à l'Anthracnose.** *Bull. of Appl. Bot.*, Plant Industry in U. R. S. S., série A, n° 14, Léningrad, p. 43-45, 1935 (en russe).

La culture des pois chiches a pris un assez grand développement en U. R. S. S. (38.000 hectares en 1933), mais en même temps, vers 1927, on a signalé d'importants dégâts dus à *Ascochyta rabiei* (Pass.) Trotter. Quelques variétés se sont montrées résistantes tant en grand champ qu'en infection artificielle. Ce sont : N° 279 *Cicer arietinum* L. var. *fulvum* G. Pop., de Géorgie; N° 199 *C. a.* var. *nigritum* G. Pop. et N° 198 *C. a.* var. *rufescens* G. Pop., d'Italie; N° 405 *C. a.* var. *nigritum* G. Pop., de Lettonie et N° 278 *C. a.* var. *Vaccinum* G. Pop., reçue de France (Vilmorin).

Ces variétés donnent de bons rendements, et le N° 278 peut être récolté mécaniquement (taille 0 m. 60-0 m. 70). Malheureusement, les graines de toutes ces variétés sont colorées (noires ou rouges) et ne peuvent servir à l'alimentation humaine. Il faudrait donc obtenir, par croisement avec ces types, des variétés à grains jaunes, résistantes à l'Anthracnose.

L. F.

Herrero Egana (M.) et Alvarez Labiada (C.). — **Faculté germinative du pollen chez le genre *Citrus*.** (El poder germinativo del polen de las plantas « Citricas ».) *Boletin del Instituto de Investigaciones agronomicas*, Madrid, 1re année, n° 2, p. 63, 1935.

Ce travail a pour but de démontrer la valeur pratique d'essais effectués *in vitro* pour tenter de déterminer la faculté germinative du pollen. Le milieu adopté est une solution d'agar-agar et sucre et le colorant adopté : bleu de méthylène et safranine. Le milieu ne se colore pas, alors que les graines de pollen prennent différentes teintes rouges, les tubes polléniques et leur contenu des teintes bleues et violettes; on peut ainsi suivre le trajet du tube pollinique pendant la germination.

Les auteurs ont étudié l'espèce *Citrus sinensis* et plus spécialement les principales variétés d'oranges cultivées en Espagne.

La méthode décrite précédemment est facile et pratique pour déterminer la faculté germinative de pollen, dont la connaissance est indispensable pour poursuivre les travaux d'hybridations et d'études sur l'« incompatibilité » chez les différentes espèces fruitières.

R. F.

Herrero Egana (M.) et Acerete (A.). — **Procédé d'appréciation de la surface externe des oranges par impression sur papier.** (Procedimento de apréciacion de la superficie de las naranjas por su impression sobre papel.) *Boletin del Instituto de Investigaciones agrononomicas*, Madrid, 1re année, n° 2, p. 55, 1935.

Le procédé exposé ici est simple et rapide. En enduisant d'encre la surface externe d'une orange dans la partie équatoriale et, en la roulant ensuite sur un papier, on obtient une empreinte qui reproduit les dépressions de l'épicarpe. Les empreintes obtenues sont caractéristiques des variétés et ont permis d'établir sept classes différentes, parmi la presque totalité des variétés d'oranges et de pamplemousses cultivées en Espagne.

Ces caractères superficiels de l'épicarpe sont constants, quels que soient le lieu de culture et les conditions climatologiques. Une classification basée sur la structure externe de la peau est très intéressante du point de vue commercial : elle facilite la description des variétés et donne rapidement une idée des caractères externes du fruit. Des photos des différentes empreintes sont données à la fin de cette étude.

R. F.

Ortega Nieto (J. M.). — **Caractéristiques du pollen et de la variété chez l'olivier.** (Caracteristicas del polen y la variedad en el olivo.) *Boletin del Instituto de Investigaciones agronomicas*, Madrid, 1re année, n° 2, p. 119, 1935.

Les classifications des variétés d'olivier adoptées jusqu'à ce jour ne permettaient pas de séparer nettement quelques variétés, même pour une région donnée.

Supposant que les difficultés de classification sont dues au très grand polymorphisme de l'olivier et à sa grande plasticité envers le milieu, l'auteur a pensé que le pollen, qui porte en soi les éléments héréditaires et qui est, par suite, moins variable, offrirait des caractères plus stables de différenciation.

Les recherches poursuivies pendant deux ans ont permis de constater que le grain de pollen a une structure typique, constante dans chaque variété et permettant d'effectuer des comparaisons rigoureuses. D'autre part, si deux variétés ou plus ont une structure analogue, la grandeur des grains sera d'une grande utilité pour la classification, le coefficient de variation étant très faible.

Les éléments utilisés dans cette étude sont : la forme des grains de pollen, l'épaisseur de la membrane et la disposition du réseau d'exine.

Grâce à tous ces caractères, l'auteur a pu différencier huit variétés d'olivier.

R. F.

Yoshitaka Imai. — **Fleurs panachées et leurs dérivées par variation gemmaire.** (Variegated flowers and their derivatives by Bud Variation.) *Journ. of Genetics*, vol. 30, n° 1, p. 1-13, 1935.

La panachure due à des gènes mutants donne naissance à des variations gemmaires en accord avec le mécanisme défini de l'ontogénie de la plante. Chez les *Azalées* panachées, les variations de bourgeons affectent plusieurs facteurs, y compris la couleur fondamentale de la fleur. Ces variations peuvent s'expliquer par mutation et quelquefois par réarrangement des tissus. Les fleurs frangées de *Rhododendrons*, *Punica*, *Chaenomeles* et *Camellia* sont considérées comme des chimères périclinales. Dans d'autres plantes, les franges ne peuvent apparaître en raison des différences dans le développement des tissus au cours de la formation de la corolle. Parfois, la mutation n'affecte pas la couleur de la fleur, les tissus ne contenant aucun pigment.

R. F.

Hruby (K.). — **Quelques nouveaux hybrides spécifiques du genre *Salvia* : description et analyse.** (Some new Salvia Species Hybrids, their Description and Analysis.) *Studies from the Plant Physiological Laboratory of Charles University Prague*, vol. V, 1935.

Après avoir cité les travaux antérieurs se rapportant à la génétique du genre *Salvia*, l'auteur expose ses propres recherches. Il a étudié plusieurs hybrides inter-spécifiques de *Salvia* au point de vue morphologique, anatomique et cytologique, les hybrides ont tous été obtenus expérimentalement ; certains sont des nouveautés : *S. Dominiana*, *S. Brozekii*, *S. Nèmecii*, *S. Uittienii* (déjà obtenu par Uittien), d'autres existent dans la nature : *S. betonicaefolia* E552, *S. hybrida* Schur. et *S. Telekiana* Simk et Thaisz.

R. F.

Nemec (B.). — **Sur la formation des capsules et des graines chez *Lilium candidum* L.** (Uber Frucht- und Samenansatz bei *Lilium Candidum* L.) *Zvlastni otisk z Vest. Kral. Ces. Spol. Nauk. Tr.* II., Roc. 1935.

Lilium candidum est généralement autostérile, cependant il existe aussi quelques plantes autofertiles. Mais, même ces plantes ne produisent jamais ni capsules, ni graines si l'inflorescence reste en relation avec le bulbe. Les expériences de l'auteur confirment celles de Gessner : certaines plantes de *Lilium candidum* produisent des capsules et des graines, mais seulement quand on coupe les inflorescences pour les mettre dans l'eau.

Dans les plantes autostériles, le pollen ne germe pas sur le stigmate. Mais, quand après la pollinisation, le stigmate est humecté plusieurs fois avec une solution de fructose à 5 p. 100, les grains de pollen germent et la fécondation a lieu. De cette manière, les capsules et les graines peuvent se former sur des inflorescences séparées des bulbes, même par pollinisation avec du pollen pris sur la même fleur. Les graines obtenues par autofécondation germent très bien.

R. F.

II. PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

Nieves (R.). — **Infection expérimentale du seigle Petkus par les caries du blé.** [Infeccion experimental del centeno de Petkus (*Secale cereale* v. *vulgare*) por las caries del trigo : *Tilletia tritici* y *Tilletia levis*.] *Phytopath.*, v. XXV, n° 5, p. 503-515, 1935.

Pendant les trois années 1931, 1932 et 1933, l'auteur a obtenu des infections sur seigle Petkus par les caries du blé.

Les inoculations étaient obtenues par enrobage du grain dans les chlamydospores de caries, jusqu'à noircissement; les semis grain à grain étaient faits en parcelles de 180 plants. Le matériel infectieux provenait de la Pampa et de la province de Buenos-Aires et il y fut ajouté quatre caries d'origine allemande.

En 1931, dans un semis hâtif, trois des origines de *T. tritici* et une de *T. levis* infectèrent le seigle Petkus et donnèrent un total de 68 épis (1 p. 100). Le même essai en semis tardif ne donna que 0,2 p. 1.000, avec résultat positif pour une seule des origines.

En 1932, de nouvelles collections des caries donnèrent des infections sur seigle; de plus, 20 blés furent infectés par les caries obtenues sur seigle l'année précédente et on obtint ainsi jusqu'à 95 p. 100 d'infection.

En 1933, on obtint une nouvelle preuve du pouvoir infectant des caries du blé sur le seigle.

Des variations morphologiques ont été observées : l'épi est réduit d'environ 18 p. 100 de sa longueur; les vides fréquents dans l'épi sain normal se trouvent comblés par des grains cariés chez les épis malades.

M. G.

Borzini (G.). — **Le charbon du maïs en 1934 dans la région d'Agro romano.** (Il « Carboni » del Granoturco nell'annata 1934 nella regionale dell'Agro Romano.) *Bolletino della Stazione di Patologia vegetale*, XIII, n° 1, p. 96-115, 1935.

En raison de l'exceptionnelle gravité d'une attaque de Charbon sur Maïs, des observations ont été faites sur diverses variétés de maïs, semées en même temps, en parcelles irriguées ou sèches. Les variétés étaient Mastodont et Nostrano dell'Isola Bassa comme variétés tardives, Ideale et Saverio comme précoces dans les cultures irriguées; en terrain sec seules Ideale et Saverio ont été utilisées.

Des notations ont été faites quant au nombre de points d'infection sur les tiges, les feuilles, les fleurs et les panicules. Leur examen entraîne les conclusions suivantes :

1° La précocité du développement favorise le développement total de la maladie, à la fois comme nombre de foyers, dispersion et gravité. La variété Ideale a été cependant moins attaquée que Saverio.

2° L'irrigation augmente la gravité de l'infection, qui est plus que triplée chez Saverio, variété plus sensible; la plus résistante fut Nostrano dell'Isola.

Les pourcentages de plantes attaquées ont été :

14 et 35 p. 100 pour Ideale, en parcelles sèche et irriguée respectivement;
23 et 62 p. 100 pour Saverio, en parcelles sèche et irriguée respectivement;
23 p. 100 pour Nostrano dell'Isola Bassa en parcelle irriguée;
36 p. 100 pour Mastodont en parcelle irriguée.

En terrain irrigué, les foyers d'infection les plus nombreux étaient sur les fleurs et les tiges. Les facteurs climatériques qui ont accompagné cette forte attaque de charbon ont été une humidité élevée, de la pluie fin juin, des maxima et minima de température très voisins et un vent intense.

M. G.

MONTEMARTINI (L.). — **Contribution à l'étude des hormones animales sur les plantes.** (Contributo allo studio dell'azione degli ormoni animali sopra le piante.) *Fisiologia e medicina*, VI (1935-XIII), 8, 5 p.

Par application sur des sections de tubercule de pomme de terre, l'auteur a étudié l'action de diverses hormones animales sur la rapidité de la cicatrisation et de la prolifération cellulaire qui la produit.

L'action activante la plus marquée a été fournie par la thyroïdine et l'extrait interstitiel. Seul l'extrait prostatique a produit un ralentissement à la concentration utilisée.

Les tubercules jeunes sont plus sensibles que les tubercules âgés.

J. B.

RIKER (A. J.), JONES (F. R.) and DAVIS (Marguerite C.). — **Des taches d'origine bactérienne sur les feuilles de luzerne.** (Bacterial leaf-spot of Alfalfa.) *J. of Agr. Res.*, vol. 51, n° 2, p. 177-182, 1 fig., 1935.

La maladie observée à Madison (Wisconsin) en août 1930, dans des conditions d'humidité assez particulières, n'est pas signalée dans les cultures normales de luzerne.

Les lésions sur les folioles sont d'abord petites, translucides. Leur surface s'accroissant, elles ne tardent pas à se réunir, notamment le long de la nervure médiane et à l'extrémité de la foliole, y formant des aires de tissus morts bientôt desséchés. La partie centrale de la nécrose, de 2 à 3 millimètres de diamètre est souvent jaune bordée de brun foncé, l'ensemble entouré d'un halo jaune paille. Les plus petites taches sont uniformément brun foncé.

Les dimensions plus faibles des lésions, l'absence de dégâts sur tiges différencient cette maladie de celle causée par *Phytomonas medicaginis* (SACK) BERGEY et al.

A un stade plus avancé, les taches foliaires peuvent être confondues avec des attaques de champignons (*Pseudopezica medicaginis* (LIB.) SACC. et *Pseudoplea briosiana* (POLL) HOEHN.

Les auteurs ont isolé une bactérie pathogène qu'ils décrivent comme espèce nouvelle : *Phytomonas alfalfae.*

M. L.

WOLF (F. A.). — **Morphologie du *Polythrincium* causant le « sooty-blotch » du trèfle,** (Morphologie of *Polythrincium* causing sooty blotch of clover.) *Mycologia*, XXVII, 1, p. 58-74, 5 fig., 1935.

Étude détaillée des trois formes de fructification de ce champignon qui est un parasite fréquent du trèfle en Amérique et en Europe : pycnides, forme conidienne, périthèces.

Un nouveau genre est créé pour ce champignon qui était connu le plus souvent sous le nom de *Phyllachora Trifolii* (PERS) FUCK. à cause de la forme si particulière de ses conidiophores : *Cymadothea Trifolii* (PERS.) *comb. nov.*

J. B.

ANDRUS (C. F.) and MOORE (W. D.). — *Colletotrichum truncatum* SCHUW **sur Haricot commun et Haricot de Lima.** [Colletrotrichum truncatum (SCHW.) *N. comb.* on garden and Lima beans.] *Phytopath.*, vol. XXV, n° 1, 1935, p. 121-125, 2 fig.

Dans les régions Sud et Est des États-Unis, on signale ce champignon sur tiges et gousses de Haricot de Lima (*Phascolus lunatus*), sur tiges de Haricot commun (*Phaseolus vulgaris*).

Sur la gousse, le parasite provoque la formation de taches petites, rougeâtres, sans limites bien définies. Toute la surface du fruit peut en être recouverte.

Les places infectées deviennent brun brillant ou grisâtres et se couvrent des fructifications du champignon.

Par la forme des spores et par des caractères de croissance en culture pure, *Colleto-*

trichum truncatum (Schw.) diffère de *Colletotrichum Lindemuthianum*, agent de l'Antracnose du Haricot.

M. L.

Ramsey (G. B.). — **Une pourriture des tomates due à un *Pleospora*.** (*Pleospora* Rot of Tomatoes.) *J. of Agr. res.*, vol. 51, n° 1, p. 35-43, 3 fig., 1935.

Dès 1919 la maladie est signalée sur des tomates provenant de Californie et vendues sur le marché de Chicago. Cependant elle ne devint importante que ces dernières années, provoquant parfois la pourriture de 50 à 90 p. 100 des fruits.

Les lésions que portent les fruits partent généralement de leur point d'attache sur l'axe, quelquefois de blessures. Le parasite se développe lentement sur les fruits encore verts, ses dégâts s'accentuent rapidement avec la maturation, surtout si l'humidité est grande. Il provoque une pourriture brun noir, d'une certaine consistance.

L'auteur établit un parallèle entre les exigences du parasite en culture pure quant à la réaction du milieu et son développement variable avec le degré de maturité des tomates.

L'agent pathogène est identifié à *Pleospora Lycopersici* (E. et E. Marchal) forme conidienne : *Macrosporium sarcinaeforme* (Cav.).

M. L.

Hartzell (A). — **Étude sur les « yellows » des pêchers et leur insecte vecteur.** (A study of peach yellows and its insect vector.) *Contr. of the Boyce Thompson Inst.*, 7, p. 183-207, 7 fig., 1935.

Essais d'inoculation artificielle des virus des « yellows » du pêcher par l'intermédiaire d'un insecte vecteur *Macropsis trimaculata* ont donné des résultats positifs.

La maladie a été transmise aussi par greffage de bourgeons. Des bourgeons nettement malades ont transmis la maladie beaucoup plus vite que des bourgeons d'apparence saine provenant d'arbres malades.

La répartition géographique de la maladie correspond bien à celle de l'insecte vecteur.

J. B.

Harrison (H. T.). — **Pourriture brune des fruits et maladies associées en Australie, II.** (Brown-rot of fruits and associated diseases in Australia, II.) *Mycologia*, XXVII, 3, p. 302-319, 2 fig., 1 pl., 1935.

Un champignon déjà signalé aux États-Unis *Sclerotinia aestivalis* Pollock a été trouvé sur divers fruits attaqués par le *S. fructicola* (Wint) Rehm. Il a été trouvé sur pommes, abricots, pêches, poires et coings. Cette espèce est homothalique et donne facilement des apothécies en culture pure. C'est un agent de pourriture lente des fruits et peut être aussi un parasite du *Sclerotinia fructicola* agent habituel de la pourriture brune des fruits. Cette espèce est transférée dans le genre Ciboria sous le nom de *Ciboria aestivalis* (Pollock) Whetzel.

J. B.

Verner (L.). — **Étude physiologique de la craquelure chez les pommes Stayman Winesap.** (A physiological study of Cracking in Stayman Winesap apples.) *J. of agric. Research*, 51, 3, p. 191-223, 5 fig., 1935.

Ces altérations (craquelures de l'épiderme) ne sont pas produites par de brusques variations dans la teneur en humidité du sol, mais coïncident au contraire avec des périodes de faible évaporation d'assez longue durée. Il y a, à ce moment-là, un déséquilibre entre l'alimentation en eau du fruit et l'eau qu'il évapore et qui amènerait les craquelures sur les points de l'épiderme qui présentent une plus faible résistance. On peut le reproduire artificiellement en plongeant dans l'eau l'extrémité d'une branche portant des fruits.

Il ne semble pas que l'on puisse établir de relation entre la formation des craquelures et la température de l'air. Les points où se forment les craquelures sont le plus souvent des points à tension osmotique élevée (mesurée par détermination du point de congélation) produite par des facteurs variés (insolation, brûlures par bouillies, taches de tavelure, etc.). Ainsi les craquelures sont plus nombreuses sur les arbres avec peu de feuillages ou sur la face des fruits exposée au soleil.

On peut aussi déterminer les zones du fruit à haute teneur osmotique en injectant dans le fruit par le pédoncule une matière colorante qui se localise surtout dans ces zones.

J. B.

Goidanich (G.). — **Une nouvelle espèce d'*Ophiostoma* vivant sur Poire.** (Una nuova specie di *Ophiostoma* vivente sur pers ed alcune osservazioni sull'esatta posizione sistematica delle forma ascofora e delle forme metagenetiche delle genere.) *Boll. della R. St. Pat. veg.*, XIII, 1, p. 122-169, 19 fig., 1935.

Ce champignon *Ophiostoma Catonianum* n. sp. a été isolé de poiriers dépérissants dans le Haut-Adige.

Il produit en culture des périthèces et deux formes conidiennes, une forme stilbacée : *Graphium pirinum* n. sp. et une forme mucédinée : *Hyalodendron pirinum* n. sp.

L'auteur rapproche cette espèce des Perisporiales par la localisation de la zone fertile de l'ascocarpe dans le centre du périthèce, la zone périphérique n'ayant qu'un rôle trophique.

J. B.

Curzi (M.). — **Dematophora glomerata** Viala **e *Vialina* n. gen.** *Boll. della R. St. di Pat. veg.*, XV, p. 235-260, 9 fig., 1935.

L'auteur démontre que les formes de fructifications décrites comme appartenant au cycle du *Dematophora glomerata* Viala appartiennent en réalité à trois espèces différentes qui peuvent se trouver simultanément sur les racines dépérissantes de la vigne.

La forme mycélienne et les pycnides à spores hyalines sont redécrites sous le nom de *Vialina glomerata* n. gen. et n. sp.

Les sclérotes sont vraisemblablement des périthèces non mûrs d'un *Microascus* que l'on peut rattacher à *Microascus intermedius* Emm. et Dodge.

La forme stilbacée *Stysanus glomeratus* Sacc. doit être rapportée au *Stysanus stemonitis* (Pers) Corda, forme conidienne du *Microascus stysanophorus* (Matt.) Curzi = (*Melanospora stysanophora* Matt).

Ces différentes espèces n'ont pas montré d'action pathogène quand on les inocule sur des racines de vigne.

En particulier *Vialina glomerata* est une espèce saprophyte terricole vivant sur les racines altérées de la vigne et peut être d'autres plantes. On peut rattacher à ce genre un champignon vivant sur les racines dépérissantes de *Chrysanthemum cinerariaefolium* et qui est décrit sous le nom de *Vialina radicicola* Curzi.

J. B.

Ruggieri (G.). — **Altération des fruits de citrus causée par le *Phoma aurantiiperda* n. sp. et le *Septoria citricola* n. sp.** (Alterationi su frutti di *Citrus sinensis* Osbeck causate da *Phoma aurantiiperda* n. sp. e da *Septoria citricola* n. sp.) *Boll. della R. St. Pat. veg.*, XV, 2, p. 313-323, 7 fig., 1935.

Des taches situées près de la partie ombilicale de fruits de *Citrus sinensis*, a été isolé un champignon que l'auteur décrit sous le nom de *Phoma aurantiiperda* n. sp. (pycnides mesurant 85-110 μ et spores 1 à 1,6 × 2,4 à 3 μ). Cet organisme s'est montré pathogène quand on l'inocule par blessures sur fruits.

Sur d'autres fruits, un autre champignon appartenant au genre *Septoria* produit des taches brunes de 1 cm² ou plus sur l'épiderme prolongées à l'intérieur du fruit par un

brunissement de l'épicarpe et du mésocarpe. Ces deux champignons inoculés simultanément ont produit une action plus intense que chacun d'eux séparés.

Ce Septoria est décrit sous le nom de *Septoria citricola* n. sp. pycnides 102 à 144 μ ; spores 18,5 à 22,5 × 1,5 à 1,9 μ portées sur des pseudo-basides.

J. B.

Ruggieri (G.). — **Altération sur *Citrus sinensis* Osb. déterminée par *Mycosphaerella aurantiorum* n. sp.** (Alterazione in *Citrus sinensis* Osbeck determinate da *M. aurantiorum* n. sp.) ***Boll. della R. St. Pat. veg.***, XV, 2, p. 338-347, 8 fig., 1935.

Ce champignon produit sur l'épiderme des fruits d'oranger des taches de 3 millimètres de diamètre ou plus, déprimées, de consistance dure, couvertes de pycnides sous-épidermiques s'ouvrant à maturité à l'extérieur et appartenant au genre *Septoria* (*Septoria aurantiorum* n. sp.). En culture, ce champignon donne une forme parfaite *Mycosphaerella* (*Mycosphaerella aurantiorum* nov. sp.).

Il a été observé ultérieurement sur feuilles de jeunes plants d'oranger.

J. B.

Sibilia (C.). — **Essais sur la résistance de quelques ormes asiatiques au *Ceratostomella ulmi* Buis.** (Saggi sulla resistenza di alcuni ulmi asiatici *Ceratostomella ulmi* Buis.) ***Boll. della R. St. di Pat. Veg.***, XV, 1, p. 116-122, 1935.

Des essais d'inoculation artificielle effectués sur des ormes d'origine asiatique ont montré la sensibilité au *Ceratostomella ulmi* des espèces suivantes : *U. elliptica*, *U. laciniata* var. *nikkoensis* et *U. Karagatch*. L'*U. japonica* a montré une certaine résistance, mais insuffisante.

Ces résultats confirment ceux obtenus en Hollande et montrent que la virulence des souches italiennes de *Ceratostomella ulmi* est comparable à celle des souches hollandaises

J. B.

Goidanich (G.). — **Les altérations parasites chromogènes du bois en Italie : I. Notions générales sur les champignons chromogènes du bois.** (Le alterazione cromatiche parassitarie del legname in Italia : I. Nozioni generali sui funghi cromogeni del legno.) ***Boll. della R. Sta. di Pat. vég.***, XV, 2, p. 363-388, fig. 1, 1935.

Étude d'ensemble sur les champignons produisant le bleuissement du bois. Après avoir relevé la liste des champignons décrits dans les différents travaux antérieurs, l'auteur souligne les colorations produites par le *Verticillium albo-atrum* et le *Graphium ulmi*.

L'utilisation éventuelle des bois bleuis est possible pour des emplois bien déterminés, à condition que ces bois n'aient pas été envahis ultérieurement par des Basidiomycètes.

J. B.

Burkholder (W. H.) and Guterman (C. E. F.). — **Taches bactériennes des feuilles d'œillets.** (Bacterial Leaf Spot of Carnations.) ***Phytopathology***, v. XXV, n° 1, p. 114-120, 1935.

Cette maladie cause des dégâts importants dans les cultures en plein champ et en serre, en particulier à Long Island et dans certains États de l'Est central. En plein air, la maladie est très grave quand l'été est pluvieux ; en serre, c'est au début de l'automne quand le temps est frais, humide et nuageux.

Les différences de sensibilité entre les variétés ont été observées par les auteurs durant ces trois dernières années : *Sophelia*, très sensible ; *Spectrum Supreme*, *Salmon Spectrum*, *Potentate* et *Patrician*, moyennement sensibles.

A part quelques légères variations de couleur, les symptômes sont assez constants ; les taches nécrotiques sont déprimées, plus ou moins ovales, dans le sens de l'axe. En

lumière réfléchie, le centre est brun clair avec zones concentriques pourpres, tandis que la bordure est jaune et gorgée d'eau. Les taches peuvent confluer; quand elles sont nombreuses, elles causent la mort de la feuille, après jaunissement et flétrissement.

La maladie se développe sur la plante à partir des feuilles les plus basses; dans certains cas, elle a été observée dans la nature sur tiges et boutons floraux.

Des essais d'infection ont montré la nécessité de blessures, qui peuvent être causées par des *Thrips* ou des *Aphides* dans les conditions naturelles. L'influence de la température a été étudiée, le développement des lésions lent à 16° C. augmente rapidement jusqu'à l'optimum de 19°.

A la suite de divers isolements, l'organisme pathogène a été étudié en culture : le *Phytomonas woodsii* est un petit bâtonnet à extrémités arrondies, ou quelquefois aiguës; isolé ou plus rarement par paires, de 1,5 × 0,6 μ. C'est un organisme mobile, avec un ou plusieurs flagelles, il est Gram négatif et se colore rapidement avec la fuchsine phéniquée. Il est aérobie.

Aucun essai méthodique de lutte n'a été fait; des observations pourraient servir de base, en particulier le succès de l'emploi du soufre en poudre et de pulvérisation avec le sulfate de zinc; le remplacement des arrosages contre l'araignée rouge par des fumigations ont arrêté plusieurs attaques.

M. G.

Beaumont (A.). — **La lutte contre le *Botrytis* des Tulipes.** (The control of Tulip fire.) *The Gardeners' Chronicle*, p. 277, april 28, 1934.

Le *Botrytis tulipae* se développe en saison humide de telle sorte qu'on ne peut avoir de fleurs pour la vente, mais la plupart du temps, les dégâts peuvent être empêchés en prenant certaines précautions simples.

L'infection peut avoir lieu en raison de l'existence du champignon sur le bulbe ou dans le sol; ce dernier cas est le plus commun et se produit toujours là où les Tulipes ont été cultivées l'année précédente. Il est donc indispensable d'arracher les Tulipes au bout d'un an et de ne pas les replanter dans le même terrain. De plus, toutes les plantes malades devraient être arrachées en mars. En tenant compte de ces deux recommandations, on obtiendra un récolte satisfaisante.

D'autres méthodes de lutte ont été conseillées, mais elles sont souvent inefficaces ou inutiles. Les pulvérisations et les poudrages n'ont pas donné jusqu'ici de bons résultats, car on n'a pas encore résolu le problème d'obtenir des pulvérisations qui tiennent sur la totalité de la surface de la feuille.

Le poudrage ne peut réaliser cela et est donc tout à fait inutile; la désinfection des bulbes au formol ou au sulfate de cuivre n'a donné aucun résultat contre le *Botrytis* des Tulipes.

Une plantation profonde est plus efficace et peut être employée s'il est nécessaire de laisser les bulbes en terre plus d'une année. Elle a l'inconvénient d'amener une floraison tardive et d'augmenter les difficultés d'arrachage. Il vaut mieux planter les Tulipes à une profondeur normale en novembre et les arracher à la fin de l'année. Un intervalle de deux ans doit être observé avant la plantation nouvelle de Tulipes sur un sol qui en a déjà porté.

M. G.

Wickens (G. M.). — **Flétrissement, pourriture des tiges et mortalité des œillets perpétuels.** (Wilt, Stem-rot and Die back of the Perpetual Flowering carnation.) *The Annals of Applied Biology*, vol. XXII, n° 4, p. 630-683, 7 fig., 1935.

C'est l'étude, entreprise en 1930, d'une pourriture des tiges d'œillets perpétuels cultivés sous châssis et qui cause des pertes importantes dans les serres du Middlesex; par bien des points, cette maladie se rapproche de celle qui a été étudiée en France, dès 1900, par Delacroix qui reconnut le *Fusarium Dianthi* comme cause de la dessication et de la mort des œillets, dans la région d'Antibes.

Les isolements faits de 1931 à 1934 ont permis de reconnaître la présence des organismes ci-dessous (soit seuls, soit en mélange) : *Fusarium culmorum*, *F. herbarum*,

F. Dianthi et *Verticillium cinerescens* et leur importance paraissait justifier des recherches quant au degré de pathogénicité de chacun d'eux.

Des essais d'infection ont été effectués à 3 stades différents du développement des œillets : 1° quand les boutures sont mises dans le sable ; 2° quand les boutures enracinées sont mises en godets ; 3° quand les jeunes plantes sont définitivement installées en pots. Aux deux premiers stades, le *Fusarium culmorum* inoculé par blessure, a causé une pourriture des tissus qui s'étend rapidement le long des tiges et entraîne la mort de la plante. Sur les plantes en pots, il est rare que ce champignon cause des dégâts apparents, même si une pourriture se développe parfois. Par contamination du sable, il y eut une mortalité élevée des boutures non racinées, causée par une pourriture humide de la base ; par ce procédé, on n'a jamais obtenu de pourriture des tiges des plantes enracinées.

Le *Fusarium herbarum* a donné des résultats voisins des précédents ; aucun de ces deux *Fusarium* n'a reproduit les caractéristiques internes de la maladie telle qu'elle a été observée dans les serres, c'est-à-dire un brunissement du système vasculaire au niveau du collet et des rameaux atteints, sans pourriture généralisée.

Le *Fusarium Dianthi*, inoculé par blessure des nœuds des boutures, donne d'abord un flétrissement avec chlorose des feuilles ainsi qu'un brunissement du système vasculaire sur le côté inoculé. Dans le cas des boutures inoculées avant d'être mises dans le sable, ces symptômes sont rapidement suivis par une pourriture totale de la tige, avec mort de la plante. Les mêmes symptômes se développent quand les boutures racinées sont inoculées avant la mise en pot, mais au lieu d'une pourriture basale, on observe une dessication du bois et de l'écorce. Ces symptômes n'ont été que rarement obtenus par inoculation des œillets au 3e stade. Par infection du sable, les symptômes précédents se montrèrent sur les boutures avec un aspect généralisé au lieu d'être unilatéral.

Le *Verticillium cinerescens*, par blessure des plantes à tous les stades ou par contamination du sol, a donné de façon constante la pourriture et la chlorose des feuilles, avec brunissement des vaisseaux, mais sans aucune pourriture des tiges.

En rapprochant ces résultats des observations faites dans les serres à production commerciale, l'auteur conclut, pour les œillets cultivés sous châssis en Angleterre, à l'existence de trois maladies distinctes que les producteurs ont jusqu'ici connues sous la dénomination de « pourriture des tiges ».

Flétrissement et dessication des feuilles et des rameaux :

Avec brunissement des vaisseaux à partir du collet et des rameaux flétris, suivi de pourriture sèche du bois et de l'écorce : *Fusarium Dianthi.*

Avec brunissement des vaisseaux à partir du collet et des rameaux flétris, sans pourriture ultérieure des tissus : *Verticillium cinerescens.*

Sans brunissement vasculaire étendu, pourriture du collet et de la tige : *Fusarium culmorum, Fusarium herbarum.*

Il existe de plus, dans les cultures, un « die-back » qui consiste en une pourriture généralisée des tissus à partir des blessures dues au pincement ou à la cueillette des fleurs. Les isolements à partir de ces tissus ont toujours donné le *Fusarium culmorum.*

Une étude de l'importance relative de ces maladies, au point de vue économique, montre que le *Verticillium* est très répandu et que le *Fusarium Dianthi* peut causer des pertes graves par développement épidémique dans certains cas, alors qu'en général il semble peu nocif. Le « die-back » est négligeable.

Des recherches sur la distribution de ces deux organismes dans la plante montrent que, à l'encontre du *Fusarium*, le *Verticillium* existe bien au delà des limites de toute altération visible.

Différents moyens de lutte sont envisagés : *a.* emploi de produits pour limiter l'extension de la maladie et pour détruire les parasites dans le sol ; *b.* stérilisation du sol. Les essais effectués montrent que les méthodes de lutte sont inopérantes dans la plupart des cas, en raison du très grand nombre de boutures infectées. L'auteur insiste donc sur la nécessité de rechercher des plantes résistantes parmi les variétés nouvelles.

M. G.

HAWKER (L. E.). — **Expériences complémentaires sur la pourriture fusarienne des bulbes de Narcisse.** (Further experiments on the *Fusarium* Bulb Rot of *Narcissus*.) *Annals of Apl. Biology*, v. XXII, n° 4, p. 684-708, 2 fig., 1935.

Une pourriture des bulbes de Narcisse, pendant la conservation, a été rapportée par GREGORY au *Fusarium bulbigenum;* le travail présent concerne le mode d'entrée du parasite et les méthodes de lutte.

GREGORY avait établi que la pénétration des bulbes se faisait par les blessures de leur surface; ses essais quant à l'infection par les racines avaient donné des résultats négatifs, ils ont été repris par l'auteur en novembre et décembre sur les variétés Victoria, Henry Irwing, Seagull, Golden Spur et Spring Glory.

Les racines étaient immergées dans une suspension de spores de *Fusarium* en évitant de mouiller les bulbes, mis en conservation à des températures différentes; les bulbes témoins étaient immergés dans de l'eau stérile. Les résultats obtenus montrent que l'infection des bulbes est sous la dépendance de la température de conservation : à 20°, 27° et 30° les dégâts sont élevés; entre 0° et 17°, il n'y en a pas dans la plupart des cas. Le minimum de température nécessaire pour l'attaque n'a cependant pas été précisé.

Dans une autre série d'essais, les bulbes inoculés de la même façon que précédemment étaient mis en pots et placés ensuite soit en serre chaude (20° C) soit sous abri froid (0-17° C) soit au laboratoire (10-16°). Seuls les bulbes mis en serre chaude étaient pourris au bout de 4 mois.

D'après les résultats de ces essais, on peut déduire que le *F. bulbigenum* est capable d'attaquer les racines des Narcisses en automne, lorsqu'elles sont en milieu humide et au-dessus de 20°; les racines attaquées sont détruites et le champignon pénètre dans les bulbes.

Les observations de GREGORY concernant l'infection par le *Fusarium* à la suite du traitement des bulbes à l'eau chaude contre les anguillules, font l'objet de plusieurs essais qui confirment la possibilité de contamination des bulbes soit à partir de ceux qui sont contaminés, soit en raison d'une infection latente se développant à l'humidité. Ce sont les parties basales du bulbe qui servent de portes d'entrée (vieilles racines, blessures ou point d'émergence des jeunes racines). Il existe une phase d'infection minimum fin août-début septembre.

Des essais de lutte contre l'infection ont été entrepris, en combinaison avec le traitement à l'eau chaude. L'addition de formol à 0,1 p. 100 supprime la perte due au trempage, sans avoir d'influence nocive sur le développement, la floraison ou l'augmentation du poids des bulbes pendant la période végétative.

Des trempages à froid dans une solution de 0,1 p. 100 de chlorure de mercure entraînèrent un retard de la floraison.

M. G.

MAINS (E. B.). — **Résistance à la rouille chez les *Antirrhinum*.** (Rust resistance in *Antirrhinum*.) *Phytopathology*, v. XXV, n° 11, p. 977, 1935.

Jusqu'en 1933 la rouille du Muflier n'existait pas en Europe; elle est signalée maintenant en Angleterre, en Belgique et en Allemagne (et a été observée en France depuis quelques années).

Aux États-Unis, la rouille est devenue un facteur important de la culture; d'abord très grave dans les serres où se faisait la multiplication par boutures, l'abandon de cette pratique et l'emploi de l'irrigation, ainsi que la régularisation de la température, ont diminué son importance. Elle est encore plus ou moins grave dans les jardins. En Californie, dégâts économiques graves, car on y produit la plus grande quantité de graines employées dans l'Amérique du Nord Composés du soufre (surtout en poudre) ont réduit de beaucoup le développement de la rouille, diverses pratiques culturales ont été employées, mais aucune méthode n'a été entièrement satisfaisante.

Il est évident que les variétés résistantes apporteraient la solution la plus désirable. Plusieurs auteurs ont envisagé cette question.

Dans ce travail, l'auteur résume les études poursuivies depuis 1922 à partir de deux sélections qui se montraient un peu résistantes.

Méthode d'inoculation : en serre, des plantes sensibles très attaquées sont conservées et on les secoue sur les plantes à inoculer ; on y pulvérise de l'eau et on les recouvre d'une mousseline humide. Si on opère dans l'après-midi, la germination est favorisée par l'humidité élevée et la température plus basse de la nuit. La moyenne des germinations obtenues aux diverses températures est la suivante : traces à 0° C ; 74 p. 100 à 7° ; 94 p. 100 à 10° ; 77 p. 100 à 15° C ; 48 p. 100 à 19° C ; 25 p. 100 à 24° ; 9 p. 100 à 26° ; trace à 30° C. Ces résultats sont confirmés par les infections obtenues.

Dans le champ, des plantes très attaquées étaient réparties de loin en loin ; des lignées sensibles étaient dispersées parmi les sélections résistantes.

Dans la sélection, les individus choisis étaient fécondés par leur propre pollen en les protégeant, par mise en sac, contre la pénétration des insectes. En raison de la haute température qui tuait le pollen, dans le sac en été, on eut quelques difficultés. Ensuite, le pollen fut appliqué sur le stigmate à l'aide de cure-dent à bout large.

Résultats : Au début, étude des variétés et sélections des *Antirrhinum majus ;* puis attention portée sur autres espèces. Sélections depuis 1922 à partir de deux plantes peu atteintes dans un lot de mufliers tués par la rouille ; transportées en serre, où fécondation artificielle opérée, les graines furent semées et servirent de point de départ pour sélection qui, en 1928, donna deux lignées de plantes résistantes, par autofécondation et sélection consécutives.

Ces lignées furent mises en observation en Californie par Kendrick et Emsweller et dans le Massachusetts par White. A partir de quelques plantes résistantes, ces chercheurs ont réussi à obtenir des croisements de type commercial avec une résistance marquée.

Espèces d'*Antirrhinum* et autres genres : *Antirr. maurandioïdes* et *A. virga* se montrèrent très résistants. *A. glandulosum, A. Coulteriamum* et *A. vagans*, sensibles. *A. Nuttalianum* renferme des plantes très sensibles, d'autres assez résistantes et d'autres très résistantes. *A. majus* est originaire de la région méditerranéenne où la rouille n'existe pas. Mais d'autres espèces exotiques telles que *Ant. glutinosum, A. hispanicum, A. molle* et *A. siculum* montrent au moins autant de résistance que les espèces californiennes.

Toutes les espèces de *Linaire* et *Adenostegia* se sont montrées résistantes.

Dans ces recherches, aucune différence marquée n'a été visible entre les variétés cultivées dans leur ensemble, mais seulement des différences entre les individus. Il y en avait qui résistaient alors que le plus grand nombre était tué par la rouille ; par auto-fécondation et sélection dans plusieurs générations on parvint à la ségrégation de types très résistants. Emsweller et Jones ont montré que la résistance est transmise comme un facteur simple dominant et l'ont utilisée pour obtenir des types commerciaux très résistants.

Ce caractère a été aussi employé pour le croisement de *A. glutinosum* avec Géant White selection, d'où l'on a réussi à obtenir une variété commerciale résistante. On a utilisé de même la résistance d'*Ant. Ibaujezii.*

M. G.

Harrison (A. L.). — **La forme parfaite de *Phomopsis Stewartii* sur Cosmos.**(The perfect stage of *Phomopsis Stewartii* on Cosmos.) *Mycologia*, XXVII, 5, p. 521-526, 8 fig, 1935.

Description de *Phomopsis Stewartii*, agent de la nécrose des tiges de Cosmos. L'auteur a refait la démonstration expérimentale du parasitisme de ce champignon et de sa forme parfaite qu'il décrit sous le nom de *Diaporthe Stewartii* nov. sp. voisin des *D. Arctii* et *D. Phaseolorum.*

J. B.

Horsfall (J. G.). — **Pasteurisation électrique du sol contre la pourriture des semis.** (Pasteurizing soil electrically to control damping-off) *N. Y. State Agr. Exp. Station*, Bull. n° 651, 8 p., 2 fig., janv. 1935.

Le chauffage modéré pour la stérilisation partielle du sol contre les microorganismes parasites peut s'obtenir avec un appareillage électrique. Le chauffage de 1 m³ de terre à 60° pendant quatre heures consomme environ 20 kilowatts.

Ces appareils sont formés d'une grande caisse à parois isolantes pour diminuer la déperdition de chaleur. Les résistances chauffantes sont placées derrière une plaque d'aluminium destinée à diffuser la chaleur.

J. B.

III. ZOOLOGIE AGRICOLE.

Masera (E.). — *Beauveria globulifera* **parasite de** *Bombyx mori*. (La *Beauveria globulifera* (Speff.) Picard, parassita del *B. mori* L.) *Ann. d. R. Stazione bacol. sperim. di Padova*, XLVIII, 17 p., 9 fig., 1935.

B. globulifera est surtout connu comme parasite d'insectes nuisibles. L'auteur a constaté qu'il pouvait également être la cause d'épidémies dans les élevages de vers à soie. Les expériences de contamination artificielle sur larves de *Tenebrio molitor* avec conidies de *B. globulifera* obtenues de vers à soie naturellement infectés et conidies de *B. bassiana* ont montré que les deux espèces sont nettement différentes, la première étant plus virulente que l'autre. L'auteur considère le *Beauveria* isolé du ver à soie comme une variété de *B. globulifera* et le désigne sous le nom de *B. globulifera* (Spegg.) Picard (var. *bombycis*).

A. P.

Masera (E). — **Flore microbienne de l'œuf de** *B. mori* (3e note). [Flora microbica nelle uova di *Bombyx mori* L. (Nota terza).] *Rivista di Biologia*, XVIII, fasc. I, 8 p., 1 fig, 1935.

C'est la 3e note que l'auteur consacre à l'étude de cette question si importante au point de vue de la prophylaxie contre les maladies du ver à soie. La question de l'infection des œufs par divers microorganismes a fait l'objet de nombreux travaux mentionnés dans le travail de l'auteur. La contamination des œufs n'est que le reflet de l'état sanitaire des reproducteurs. La présence de microorganismes dans les œufs est démontrée par les cultures sur milieu artificiel après stérilisation de la surface. Les expériences faites permettent d'affirmer l'existence d'une flore microbienne variable en nombre et en espèces. La marche de l'infection microbienne est en rapport avec le développement embryologique du ver; pendant la diapause, l'infection est stationnaire.

A. P.

Masera (E.). — **Comportement de** *B. mori* **après infection expérimentale avec** *B. prodigiosum*. (Comportamento del *Bombyx mori* L. all'infezione sperimentale del *Bacterium prodigiosum* L. et N.) *Ann. d. R. Staz. Bacol. sperim. di Padova*, XLVIII, 6 p., 1935.

B. prodigiosum est pathogène pour le ver à soie. L'infection *per os* réussit dans un certain nombre de cas et le bacille peut être retrouvé dans les cadavres, le plus souvent, à l'état de culture pure. L'auteur n'a pu isoler le bacille des papillons et des œufs provenant du lot infecté; il émet l'hypothèse qu'il est détruit par une substance bactéricide.

A. P.

Masera (E). — **Observations sur le parasitisme de** *Nosema bombycis* **chez** B. mori. (Osservazioni sur l'Infezione da *Nosema bombycis* Naeg nel *Bombyx mori* L.) *Ann. d. R. Staz. Bacol. sperim. di Padova*, XLVIII, 8 p., 1935.

L'auteur a constaté que les femelles sont plus sensibles à la pébrine que les mâles, qu'elles sont moins prolifiques que les femelles saines et pondent davantage d'œufs non fécondés que celles-ci. Cependant la diminution de l'intensité de la ponte et l'augmentation du nombre

des œufs non fécondés ne constituent pas des critères sûrs de l'infection des papillons reproducteurs.

A. P.

Bochert (A.) — **Recherches sur la loque bénigne ou loque européenne des Abeilles.** (Untersuchungen über die sog. Gutartige Faulbrut der Honigbiene.) *Zentralbl. f. Bakt. u. Infektionskk.*, II Abt., 92, Bd., p. 179-194, 1935.

La loque bénigne des abeilles ou loque européenne doit-elle être considérée comme une entité morbide définie ou comme un ensemble de maladies à causes multiples ? Telle est la question que s'est posée l'auteur. Étudiant la pathogénéité de *Streptococcus apis* (espèce considérée comme une des causes de la loque européenne) pour le couvain, l'auteur a pu montrer que cette bactérie pouvait infecter *per os* celui-ci ; la maladie obtenue doit être identifiée avec celle que Burri a désignée sous le nom de « *Sauerbrut* ». La loque européenne est en réalité un complexe de maladies présentant beaucoup d'analogies entre elles et dont la cause doit être attribuée aux bactéries les plus diverses.

A. P.

Trager (W.). — **Culture du virus de la grasserie dans les cultures de tissu de ver à soie.** (Cultivation of the virus of grasserie in silkworm tissue cultures.) *The Jl. of Experim. Medicine*, vol. 61, p. 501-513, 3 fig., 2 pl., 1935.

Le problème de la culture des tissus chez les insectes est à peine ébauché. De bonnes cultures en milieu artificiel additionné de blanc d'œuf et de sérum de ver à soie ont été obtenues par l'auteur en utilisant les cellules de la capsule génitale femelle. Les cellules de néoformation ont pu être infectées avec virus de grasserie et l'auteur a réussi plusieurs passages successifs de culture à culture, ce qui démontre la nature parasitaire et infectieuse de la grasserie.

A. P.

Paillot (A.). — **Contribution à l'étude des maladies intestinales du ver à soie. Deux nouveaux types de dysenteries non infectieuses.** *Ann. de l'Inst. Past.*, T. 54, p. 627-648, 15 fig., 1935.

Outre les trois types de dysenteries non infectieuses déjà étudiés par l'auteur, deux nouveaux types ont été découverts dans des élevages de la Drôme. La « dysenterie valentinoise » présente les symptômes de la pseudo-flacherie, mais on n'observe pas, comme dans cette dernière affection, une disparition générale des vacuoles ciliées des cellules intestinales caliciformes. Elle est caractérisée en outre par la destruction plus ou moins active des cellules de la paroi épithéthiale dans la région postérieure du méso-intestin moyen. Le chauffage exagéré de la magnanerie, surtout au moment de la mue, paraît être la cause principale de la maladie.

La deuxième forme de dysenterie a été observée simultanément dans plusieurs éducations dont les vers avaient pour origine le même lot de graines ; la cause de la maladie remonte donc à la période embryonnaire. Au point de vue anatomo-pathologique, cette dysenterie d'origine embryonnaire est caractérisée par la destruction élective des vacuoles ciliées. On n'observe pas de diminution de volume de la masse sanguine comme dans la pseudo-flacherie.

A. P.

Paillot (A.). — **Nodules leucocytaires et processus réactionnels divers chez les vers à soie infectés expérimentalement avec** *Streptococcus bombycis*. *C. R. Acad. Sc.*, t. 200, p. 963, 1935.

Le fait saillant qui caractérise l'infection expérimentale à *Strept. bombycis*, c'est la formation d'amas bactériens au contact des tissus ; les masses peuvent pénétrer à l'intérieur et s'y enkyster. Des nodules leucocytaires se forment fréquemment autour des masses libres ou de phagocytes bourrés de microbes, mais on ne constate pas la formation de cellules géantes ou de syncytiax. La formation des nodules ne constitue pas un processus de défense

collective contre un parasite dangereux pour l'organisme, mais tout au plus une opération de simple nettoyage.

A. P.

PAILLOT (A.). — **Sur une nouvelle maladie à ultravirus (maladie à polyèdres) des chenilles de *Vanessa urticae* L.** *C. R. Acad. Sc.*, t. 201, p. 624, 1935.

Une grave épidémie de polyédrie a été observée en août 1935 parmi les chenilles de *V. urticae* dans une localité des hauts plateaux du Jura. Les lésions cellulaires et tissulaires présentent de grandes analogies avec celles des maladies similaires étudiées jusqu'ici. Le parasite, visible seulement sur fond noir, a été observé dans le sang. La maladie est très contagieuse et a pu être reproduite expérimentalement en pleins champs.

A. P.

PAILLOT (A.). —**Nouvel ultravirus parasite d'*Agrotis segetum* provoquant une prolifération des tissus infectés.** *C. R. Acad. Sc.*, t. 201, p. 1062, 1935.

Visibles aux plus forts grossissements du microscope et colorables sur frottis, les éléments parasitaires qui se multiplient seulement dans le noyau des cellules hypodermiques, péritrachéales et adipeuses, déterminent une prolifération active des cellules adipeuses non parasitées; le phénomène rappelle ceux qui caractérisent l'évolution des néoplasmes. La maladie évolue lentement; elle est transmissible par la voie sanguine et, dans une mesure beaucoup plus faible, par la voie intestinale. Cette nouvelle maladie diffère nettement de celle qui a été décrite en 1934 chez les mêmes chenilles.

A. P.

CARTER (W.). — **Les symbiotes de Pseudococcus brevipes.** (The Symbionts of *Pseudococcus brevipes* CKL.) *Ann. of the Entom. Soc. of America*, vol. 28, p. 60-71, 4 pl., 1935.

Le mycétome de *Ps. brevipes* est constitué par des mycétocytes se multipliant activement par caryocinèse. Les microorganismes symbiotiques ou symbiotes semblent appartenir à deux espèces différentes; la plus commune, que l'auteur désigne sous le nom de « *common symbiont* », est très polymorphe; la forme sphérique serait la forme infectieuse. L'autre espèce de symbiotes se présente sous forme de bâtonnets ou de cocci; elle est également polymorphe, mais le polymorphisme semble être sous la dépendance de la plante-hôte. Ces microorganismes ne sont pas cultivables sur milieu artificiel. Ils passent directement de la mère à l'embryon.

A. P.

KOCH (A.). — **Communication sur insectes artificiellement privés de leurs symbiotes.** (Ueber künstlich symbiontenfrei gemachte Insekten.) *Zoolog. Anzeiger*, 6 Supplementband, p. 143-150, 3 fig., 1935.

De très intéressantes expériences ont été faites par l'auteur pour démontrer l'importance vitale des microorganismes symbiotiques des larves de *Sitodrepa panicela* L. et étudier le mode d'action physiologique de ces microrganismes. Les larves privées de symbiotes restent naines et meurent; elles grossissent au contraire normalement si on les alimente avec extraits de levures; l'emploi de vitamines diverses ne donne pas de tels résultats. Les culs de sacs intestinaux où se trouvent les mycétocytes existent chez les larves asymbiotiques mais leurs dimensions sont sensiblement inférieures à celles des larves normales. Ils ne sont donc pas comparables aux galles. Les nouvelles recherches devront avoir pour but d'analyser le mécanisme de l'action des levures et d'expérimenter la substitution de symbiotes étrangers aux symbiotes normaux de *Sitodrepa*.

Chez *Oryzaephilus*, dont le mode de vie est semblable à celui de *Sitodrepa*, les symbiotes sont constitués par une bactérie très polymorphe; ces symbiotes ne résistent pas à une température de 36° C.; les larves privées par ce moyen de leurs symbiotes peuvent néanmoins se développer normalement.

A. P.

STAMMER (H.-J.). — **Nouvelles symbioses chez les Coléoptères.** (Neue Symbiosen bei Coleopteren.) *Zoolog. Anzeiger*, 6 Supplementband, p. 150-155, 1935.

Dans cette communication, l'auteur expose des vues d'ensemble sur la symbiose chez les Coléoptères. Il énumère les principaux genres où le phénomène a été observé et en décrit sommairement le mécanisme. Les organes à symbiotes sont le plus souvent en relation avec l'intestin. Parmi ceux qui possèdent des mycétomes indépendants de l'intestin, l'auteur cite : *Nosodendron fasciculare* OLIV., *Trixagus dermestoides* L. Chez *Bromius obscurus* L., par contre, les symbiotes appartenant à deux espèces différentes, se rencontrent dans les tubes de Malpighi et plusieurs poches intestinales ; chez les larves de plusieurs espèces de Cassides, les symbiotes sont également dans des diverticules intestinaux. Ceux de *Dasytes niger* L. (Cantharide) se rencontrent dans des diverticules en forme de grappes disposés entre les tubes de Malpighi.

A. P.

BOCZKOWSKA (M.). — **Contribution à l'étude de l'immunité chez les chenilles de *Galleria mellonella* L. contre les champignons entomophytes.** *C. R., Soc. de Biol.*, t. 119, p. 494, 1935.

L'auteur a observé qu'au point de pénétration des champignons entomophytes dans la chitine, il peut se former des agglomérations de leucocytes constituants de véritables abcès : il s'agit là d'une réaction de défense épidermique. L'auteur a observé également la formation de cellules géantes dans le sang. Mais elle a échoué jusqu'ici dans ses essais d'immunisation.

A. P.

METALNIKOV (S.) et MENG (G.). — **La tuberculose chez les Courtilières *Gryllotalpa vulgaris* L.** *C. R. Soc. de Biol.*, t. 119, p. 1102, 1935.

Les Courtilières sont réfractaires à l'infection tuberculeuse ; elles réagissent à l'infection par la production de capsules d'origine leucocytaire. La destruction des bacilles a lieu également dans les organes phagocytaires. Les auteurs ont constaté en outre que le sang détruit *in vitro* les bacilles tuberculeux humains et bovins.

A. P.

METALNIKOV (S.) et METALNIKOV (S. S). — **Utilisation des microbes dans la lutte contre les insectes nuisibles.** *Ann. Inst. Past.*, t. 35, p. 709-760, 5 fig., 1935.

Cet important mémoire constitue un travail d'ensemble sur l'emploi des microbes et plus particulièrement des bactéries dans la lutte contre les insectes nuisibles. Comme faits importants signalés par les auteurs, mentionnons : l'influence du *p*H des milieux de culture sur la virulence des bactéries, l'influence des produits entrant dans la composition des milieux de culture sur cette même virulence. Les bacilles sporulés sont ceux dont l'emploi comme auxiliaires peut justifier les plus grandes espérances. Les spores à l'état sec conservent longtemps leur virulence et peuvent être employées en mélange avec des poudres inertes. De nombreuses espèces isolées des chenilles de *Pyrausta nubilalis* HBN., *Lymantria dispar* L, *Galleria mellonella* L. et de la Courtilière ont été expérimentées sur divers parasites et ont donné des résultats positifs aussi bien en laboratoire qu'en pleins champs. Les auteurs conçoivent donc de grands espoirs dans l'avenir de la méthode biologique de lutte contre les insectes nuisibles basée sur l'emploi des microbes.

A. P.

BALACHOWSKY (A.) et MESNIL (L.). — **Les insectes nuisibles aux plantes cultivées.** 2 vol, 1921 p., 1369 fig., 7 pl., Paris, 1935-1936.

Nous avons souvent déploré qu'il n'existât point un ouvrage d'ensemble, écrit en langue française, sur les insectes nuisibles à l'agriculture. Les volumes offerts par nos éditeurs ne traitaient qu'une partie de ces questions ou ne fournissaient sur les principales que des données beaucoup trop sommaires.

MM. Balachowsky et Mesnil ont été bien inspirés en mettant à profit leur expérience personnelle et les facilités que leur offraient les bibliothèques de Paris et de Versailles pour mettre sur pied un beau traité en deux gros volumes in-4°, de 1.136 et 785 pages, destiné à la fois aux spécialistes et aux praticiens.

La préface, écrite par M. Paul Marchal, souligne l'intérêt de cette publication, qui est appelée à rendre de grands services dans les milieux scientifiques et agricoles de la France et de l'étranger.

Les auteurs étudient les insectes et autres animaux invertébrés nuisibles en les groupant dans une série de chapitres consacrés aux diverses catégories de cultures.

Le premier volume comprend les insectes des cultures fruitières, dont l'étude est très développée, ceux de la vigne et ceux des graminées; il convient de signaler, notamment dans le premier chapitre, les détails très précis, accompagnés de bons tableaux de détermination, qui ont trait aux Pucerons et aux Cochenilles, et dans le troisième la belle monographie des Diptères nuisibles aux céréales.

En tête du second volume, qu'ils ont dû réaliser plus hâtivement, les auteurs réunissent dans un même chapitre les insectes de plantes potagères et ceux des cultures industrielles, ce qui les conduit à faire voisiner les parasites des Crosnes, ceux des Champignons de couche et ceux des Salicinées. Il est vrai qu'en dehors du peuplier, auquel ils ont cru devoir réserver ici quelques pages, ils s'occupent à peine des autres arbres (Tilleul, Orme, Platane, Hêtre) envisagés dans le domaine ornemental, ayant avec raison laissé de côté l'entomologie forestière, qui était déjà dotée d'un ouvrage en langue française.

Après le chapitre sur les plantes ornementales de plein air et de serre, dans lequel nous devons mentionner tout spécialement encore l'étude des Pucerons et des Cochenilles, les auteurs en viennent aux insectes polygaphes nuisibles à toutes les cultures : Hannetons, Noctuelles, Acridiens et Courtilières, puis à ceux des grains et farines.

L'ouvrage s'achève sur une vue générale de la question des insecticides où les pages réservées aux polysulfures et aux différentes huiles doivent être principalement signalées.

Les auteurs donnent à la fin de l'ouvrage un long tableau de bibliographie, puis un index alphabétique qui permettra au lecteur d'utiliser commodément toute la documentation.

MM. Balachowsky et Mesnil ont mis largement à profit le talent de M. Pétré, dessinateur au Centre national de recherches agronomiques, pour ajouter à leurs documents iconographiques personnels beaucoup de dessins originaux (il y a 981 figures dans le premier tome et 388 dans le second), ainsi que de très remarquables aquarelles consacrés, la première à la Mouche des Cerises, la seconde aux Diaspines des Aurantiacées et les cinq autres aux Diptères des céréales.

L'ouvrage fait grand honneur aux deux entomologistes français qui l'ont conçu et réalisé. Il ne peut manquer d'obtenir le succès, tant auprès des spécialistes qu'auprès des agronomes et des praticiens.

J. F.

Riehm (Dr E.) und Schwartz (Dr M.). — **Pflanzenschutz.** *Reichsnahrstand Verlage-Ges. m. b. H.* Berlin S. W. 11, 318 p., 74 fig, 8 pl., col. 1935.

Les auteurs, qui sont les représentants les plus qualifiés du Service allemand de la défense des cultures, ont mis au point un excellent manuel destiné à servir de guide aux agriculteurs de leur pays.

Ils passent tout d'abord en revue les principaux procédés en usage pour la désinfection des semences, pour les pulvérisations et poudrages, pour les badigeonnages et pour les fumigations (avec quelques schémas d'appareils), puis les types classiques d'appâts et de pièges.

Ils fournissent d'importantes données sur les influences du milieu (carences du sol, humidité, températures extrêmes, précipitations atmosphériques, vents et fumées) ; ils examinent la question des mauvaises herbes, puis celle des animaux nuisibles en général, mettent en relief le rôle que peuvent jouer divers mammifères, et plus particulièrement les rongeurs, traitent ensuite de la lutte contre Campagnols et Rats, Corbeaux et Moineaux, Hannetons et Taupins, Noctuelles et Tipules, Courtilières, Pucerons, Tétranyques et Limaces.

Puis ils abordent l'étude méthodique des maladies et parasites spéciaux des céréales, des

plantes potagères et industrielles (Betterave, Pomme de terre, Carotte, Haricot, Fève et Pois, Trèfle, Colza, Lin et Chanvre, Houblon, Tabac, Chou et Rave, Oignon, Asperge, Concombre, Tomate), des arbres fruitiers et de la vigne.

Je signale comme spécialement intéressant le long chapitre consacré aux maladies des céréales, auxquelles les auteurs semblent avoir voulu donner une attention toute particulière.

L'ouvrage, qui contient beaucoup de précisions sous un petit volume, est mis au courant des dernières techniques et il est appelé à rendre de réels services aux agriculteurs de langue allemande.

J. F.

IV. PHYTOPHARMACIE.

Le Clerg (E. L.). — **Essais de poudrages et de pulvérisations contre la Cercosporiose de la betterave à sucre dans le Minnesota méridional.** (Dusting and spraying experiments for the control of sugar-beet leaf spot in southern Minnesota.) *Phytopathology*, t. XXV, p. 234-243, 1935.

On a essayé contre la cercosporiose (*Cercospora beticola*) la bouillie bordelaise à 1 p 100 et le sulfate de cuivre en poudre dilué dans quatre fois son poids de chaux. L'effet sur la maladie semble plus grand avec le traitement liquide, mais les augmentations de rendement, qui sont considérables, sont analogues dans les deux cas.

M. Rau.

Small (T.). — **Protection des pommes de terres de semence contre le mildiou.** (Prevention of blight (*Phytophthora infestans*) in seed potatoes.) *Ann. Appl. Biol.*, t. XXII, p. 16-22, 1935.

On diminue les dégâts du *Phytophthora* de la pomme de terre par des pulvérisations répétées de la solution suivante : 1 kilogramme de sulfate de cuivre et environ 300 grammes de soude caustique par hectolitre d'eau ; le mélange doit être neutre au tournesol. Les tubercules peuvent être protégés après la récolte par trempage dans une de ces solutions : formol à 1 p. 100, acide borique à 3 p. 100, ou sulfate de cuivre à 1 p. 100.

M. Rau.

Davis (A.-C.) et Young (H.-D.). — **Fumigations au soufre pour la désinfection des champignonnières.** (Sulphur fumigation for the control of mushroom pests.) *J. of econ. Entom*, t. XXVII, p. 459-495, 1935.

Les fumigations faites au moyen d'un appareil spécial qui assure une combustion complète du soufre tuent tous les insectes, avec une concentration initiale de 6 grammes par mètre cube, tombant en 1 h. 30 à 1 gr. 5. Les conditions optima sont une température de 40° et une humidité de 90. A 30°, il faut une concentration initiale de 12 grammes par mètre cube, tombant à 1 gr. 5 au bout de 1 h. 50.

M. Rau.

Dingler (M.). — **Biologie et procédés de destruction des animaux s'attaquant à l'asperge.** (Ueber der Lebenweise und Bekämpfung der Spargelfeinde aus dem Tierreich.) *Nachr. über Schädlingsbek.*, t. X, pp. 73-82, 1935.

La mouche de l'asperge, *Platyparea Pœciloptera*, pond de 60 à 80 œufs dans le parenchyme des tiges d'asperge. Les œufs, cylindriques, ont 1 millimètre de long ; ils éclosent au bout de 70 heures. L'insecte passe l'hiver sous forme de chrysalide dans les vieilles tiges. Il est donc essentiel de couper celles-ci à la fin de végétation et de les brûler. Au

printemps, traiter les jeunes pousses d'asperge par des poudres insecticides; ces traitements seront faits au petit jour. Les criocères de l'asperge, *Crioceris asparagi* et *Cr. duodecimpunctata*, mangent les parties vertes et y pondent de nombreux œufs qui éclosent en 5 à 12 jours. Les larves consomment également le feuillage. Les poudrages arsenicaux et les pulvérisations sont efficaces.

M. Rau.

Dietz (H.-F.) et Zeisert (E.-E.). — **Efficacité de certaines poudres minérales contre les Coléopères ravageurs des Concombres.** (The performance of certain inorganic insecticide dusts in the control of cucumber beetles.) *J. of econ. Entom.*, t. XXVIII, p. 310-314, 1935.

Contre *Diabrotica vittata* et *D. duodecimpunctata*, on a comparé les effets de différentes poudres à base d'arséniate de chaux dilué dans du plâtre, — de fluosilicate de baryum dans le talc, l'argile, la farine, la chaux, la magnésie, — d'arséniate de manganèse additionné de plâtre, de magnésie ou de chlorure de cuivre basique et de talc. Les différents produits sont actifs, mais l'efficacité doit être évaluée par l'examen direct des insectes et non par des mesures indirectes, comme celle de la croissance des plantes. Les poudrages procurent une grande uniformité d'application. L'addition au fluosilicate de baryum de chaux ou de magnésie diminue son activité. Si un même insecticide est mélangé à des matières inertes différentes, la quantité de matière appliquée par poudrage varie avec la densité apparente, la suspensibilité dans l'air, la cohérence, la mobilité de chaque diluant.

M. Rau.

Howard (M.-F.), Brannon (L.-W.) et Mason (H.-C.). — **Emploi du derris et d'autres insecticides contre une Chrysomèle du Haricot.** (Derris and other insecticides for the control of the mexican bean beetle.) *J. of econ. Entom.*, t. XXVIII, p. 444-448, 1935.

Contre une chrysomèle du haricot, *Epilachna corrupta*, l'insecticide le plus actif est la poudre de derris en suspension dans l'eau; la poudre à 4,5 p. 100 de roténone s'emploie à 300 grammes par hectolitre. On peut l'appliquer aussi en poudrage avec une dilution correspondant à 0,50 — 0,75 p. 100 de roténone; le meilleur diluant est le talc. La poudre de pyrèthre, mélangée à son poids de poudre de tabac, donne des résultats inférieurs. La cryolithe synthétique est active en bouillie à 0,75 p. 100 et en poudrage avec addition de 40 p. 100 de soufre. Le fluosilicate de baryum s'emploie à 1,25 p. 100; il peut causer des brûlures. L'hellébore, l'hexafluoaluminate de potassium sont peu actifs. Le fluosilicate de sodium brûle les plantes. L'arséniate de magnésium à 0,5 p. 100 est inférieur au derris et cause parfois des brûlures. Résultats irréguliers avec le phénothiazine à 0,75 p. 100; ce produit ne brûle pas. Il en est de même du cyanure cuivreux qui est efficace à 0,50 — 0,75 p. 100. Le soufre n'est intéressant que s'il peut atteindre en même temps d'autres parasites. La nicotine et le sulfate d'anabasine sont insuffisants.

M. Rau.

Haenseler (C.-M.). — **Une nouvelle méthode de traitement au formol contre la fonte des semis.** (Damping off of seedlings controlled by new method of using formaldehyde.) *Agric. news Letter*, t. III, n° 5, 2 p., 1935.

Les premiers essais ont été faits sur la betterave : on arrose les planches aussitôt le semis, avec une solution de formol à 1 pour 200; on en emploie 9 litres au mètre carré L'augmentation de rendement dépasse 400 p. 100. Les concentrations optima sont : sur les concombres, melons, pois, tomates, aubergines, 1 p. 300; sur les radis, choux et choux-fleurs, 1 p. 400.

M. Rau.

MOREAU (E.) et VINET (L.). — **Service des recherches intéressant la production fruitière** (15 p., Angers, 1935.)

Le *Groupement pour l'amélioration de la production fruitière en Anjou* a pour objets : la défense sanitaire des arbres fruitiers, la régularisation de la production, l'amélioration de la qualité des fruits. Des expériences réalisées en 1934 ont porté notamment sur les traitements insecticides de poiriers. Les traitements d'hiver aux différentes huiles et les solutions de dinitrocrésylate de soudé ont donné une destruction presque complète des cochenilles, quand celles-ci se présentent sur une seule couche ; au contraire, quand plusieurs épaisseurs de cochenilles mortes protègent les vivantes, la destruction est inférieure à 10 p. 100. Les traitements de printemps contre le Carpocapse, prolongés jusqu'à cinq semaines après la floraison, n'ont assuré qu'une protection insuffisante : 36 p. 100 de fruits véreux. Ce nombre est réduit à 17 p. 100 si on fait des traitements en été. Les vols de Carpocapses ont été surtout intenses du 19 mai au 16 juin et du 17 juillet au 26 août. L'attaque la plus dangereuse est celle de la deuxième génération.

M. RAU.

CHAPMAN (B.-J.) et DEAN (R.-W.). — **Action larvicide de certaines bouillies mixtes contre une Tordeuse des arbres fruitiers.** (Larvicidal efficiency of certain spray combinaisons against the fruit tree leafroller.) *J. of econ. Entom.*, t. XXVIII, p. 376-379, 1935.

De ces essais de lutte contre *Cacoecia argyrospila*, il résulte que les larves nouvellement écloses sont facilement empoisonnées par l'arséniate de plomb, mais que le principal problème à résoudre est de maintenir une couverture suffisante d'insecticide pendant toute la période d'éclosion. Ce résultat est atteint plus aisément par l'addition à la bouillie arsenicale d'huile de pétrole, plutôt que de caséine ou autres adhésifs. L'action ovicide de l'huile elle-même n'est pas appréciable. Les pontes éclosent aussi bien dans les zones qui ont reçu l'huile.

Le problème est compliqué par la nécessité d'ajouter un fongicide à la bouillie. Certains mélanges sont à rejeter, parce que l'addition de cuivre cause des brûlures aux feuilles. Bien que la nicotine n'assure qu'une protection partielle, elle peut être retenue pour des essais ultérieurs. La date des éclosions et leur durée varient beaucoup, relativement à l'état végétatif des arbres. Sur les pommiers, les éclosions se produisent dans les 8 ou 10 jours qui précèdent la floraison. Le traitement préfloral ordinaire peut donc servir contre *C. argyrospila*, si l'attaque n'est pas trop forte.

M. RAU.

SCHOENE (W.-J.) et JEFFERSON (R.-N.). — **Essais d'insecticides de contact sur les œufs de Carpocapse et d'une Pyrale du Pêcher.** (Tests of contact insecticides on the eggs of the peach moth and the codling moth.) *J. of econ. Entom.*, t. XXVIII, p. 182-184, 1935.

On obtient une destruction à peu près absolue de ces œufs avec les huiles de pétrole, et avec la nicotine 40 p. 100 diluée au 1/1.200e et additionnée d'huile de pétrole.

M. RAU.

STRONG (L.-A.). — **Memorandum sur les traitements recommandés contre le Carpocapse en 1934.** (Memorandum on recommendations for codling-moth control for 1934.) *Circulaire du Bureau of Entom.*, U. S. Dep. of Agric., 28 mars 1934.

Chaque année, le service de défense des végétaux des États-Unis (*Bureau of Entomology and Plant Quarantine*) publie le programme des traitements recommandés officiellement pour lutter contre les principaux ennemis des cultures. A l'égard du Carpocapse, la présente note insiste d'abord sur la nécessité d'accompagner les traitements chimiques

par des mesures d'hygiène prises sur les arbres et dans les fruitiers. Les traitements arsenicaux à la floraison sont d'autre part presque toujours insuffisants. Cependant, il faut surtout s'attacher à détruire la première génération de l'insecte. L'arséniate de plomb reste le produit le plus actif et doit être employé, tant que des insecticides moins dangereux n'auront pas été mis au point. Des précautions sont à prendre pour réduire au minimum les dépôts toxiques restant sur les fruits. L'arséniate de chaux est nettement moins actif et cause parfois des brûlures. La cryolithe est efficace, surtout dans les régions sèches; mais il est souvent nécessaire de l'additionner d'huile, et le lavage des fruits est alors plus difficile. Le sulfate de nicotine + huile est également efficace; mais son emploi à la suite des traitements arsenicaux empêche l'élimination des dépôts d'arsenic.

M. Rau.

Hall (J.-W.). — **Traitements comparés de la Tavelure du pommier par les poudrages au soufre spécial et par la bouillie sulfo-calcique.** (Special sulphur dust versus lime sulphur for apple scab control.) *The Scottish J. of Agr.*, t. XVIII, p. 254-259, 1935.

Les deux traitements réduisent considérablement la maladie et l'amélioration s'accroît d'année en année. Il faut au moins deux applications avant floraison. A ce moment la bouillie sulfocalcique à 1/29e ne nuit pas aux feuilles, mais pulvérisée aussitôt la floraison, elle peut les brûler. Ces produits n'ont aucune action contre le tétranyque. Ces essais ne permettent pas de donner la préférence à l'une ou à l'autre des techniques envisagées.

M. Rau.

Harper-Gray (R.-A.) et Brooks (H.-C.). — **Essais de pulvérisations contre le Byture du Framboisier.** (Spraying trials against the raspberry beetle [*Byturus tomentosus* Fab.]) *J. Roy. Hort. Soc.*, t. LX, p. 339-341, 1935.

La protection la plus efficace des Framboisiers est obtenue au moyen des bouillies au derris ou au fluosilicate de baryum; les premières sont plus actives et d'effet plus régulier. La nicotine ne vient qu'ensuite. Deux applications sont suffisantes, l'une à l'ouverture des boutons, l'autre à la chute des pétales. L'alternance des poudrages et des pulvérisations donne des résultats inférieurs.

M. Rau.

Burdette (R.-C.). — **Emploi des poudres de derris et des bouillies à l'arséniate de plomb + huile, contre la mineuse de la vigne,** *Melittia satyriniformis*. (Derris dusts and oil-lead arsenate spray for squash vine borer [*M. satyriniformis* Hbn.].) *J. of econ. Entom.*, t. XXVIII, p. 229-231, 1935.

Les meilleurs résultats obtenus contre l'insecte sont fournis par une poudre ayant la composition suivante : 20 p. 100 de derris, 25 p. 100 de soufre, 55 p. 100 d'argile. La bouillie à l'arséniate de plomb vient ensuite. La poudre indiquée augmente le rendement de 73 p. 100.

M. Rau.

Camp (A.-F.). — **Emploi du sulfate de zinc sur les *Citrus* et résultats obtenus en Floride.** (The use of zinc sulphate on *Citrus* and the results secured in Florida.) *Agric. news Letter*, t. III, n° 9, 3 p., 1935.

Le sulfate de zinc donne d'excellents résultats dans le traitement de la chlorose des *Citrus* et de diverses maladies physiologiques du Maïs et du Pécan. Dans certains cas, l'application sur le sol, au pied des arbres, a été suivie de succès : 500 gr. par arbre en mars et 1 kg. 250 fin juin, pour des orangers. En cas de sols trop légers, il est

préférable de pratiquer des pulvérisations sur sur le feuillage avec la bouillie suivante : pour 1 hectolitre d'eau, 1 kg. 25 de sulfate de zinc à 89 p. 10 de pureté et 0 kg. 62 de chaux éteinte ; on ajoute comme adhésif du caséinate de calcium ou de l'albumine du sang.

M. Rau.

Haas (A.-R.-C.) et Quayle (H.-J.). — **La teneur en cuivre des feuilles et fruits de *Citrus* dans ses rapports avec l'exanthème et les dégâts des fumigations.** (Copper content of *Citrus* leaves and fruit in relation to exanthema and fumigation injury.) *Hilgardia*, t. IX, p. 143-147, 1935.

Cette étude préliminaire montre que la teneur en cuivre des tissus de *Citrus* varie avec la nature du sol et les facteurs climatiques. De petites quantités de cuivre suffisent à maintenir une croissance normale des plantes, mais des doses plus fortes ne sont pas nuisibles. Les arbres atteints d'exanthème ont une teneur en cuivre faible (même résultat sur le Poivrier). Il suffit d'ajouter de très petites quantités de métal pour empêcher la maladie. A noter que les doses normales varient avec les localités. L'exanthème a été réalisé artificiellement dans des cultures sur sable. D'autre part, les teneurs élevées en cuivre correspondent aux cas où les arbres sont brûlés par les fumigations à l'acide cyanhydrique ; tous les arbres brûlés contiennent des doses fortes de cuivre. Dans les traitements par le cuivre, il faudra donc éviter de faire agir l'acide cyanhydrique, jusqu'à ce que l'excès de cuivre ait été éliminé.

M. Rau.

Richardson (H.-H.). — **Rapport sur la lutte chimique contre les Cochenilles blanches attaquant les Chrysanthèmes de serre.** (A progress report on the insecticidal control of the mexican mealybug [*Phenacoccus gossypii T. and Ckll.*] on greenhouse chrysanthemums) *J. of econ. Entom.*, t. XXVIII, p. 399-405, 1935.

Les poudres de pyrèthre, de derris et de tabac sont sans action sur les œufs de la cochenille ; le soufre en tue une grande proportion. Parmi les bouillies, les plus actives sont à base de pétrole lampant ou de sulfocyanures organiques. Le pétrole ne nuit pas aux chrysanthèmes, quelle qu'en soit la variété. Parmi les traitements gazeux, le cyanure de calcium aux doses de 0 gr. 2 à 0 gr. 6 par mètre cube, donne une bonne mortalité sur les insectes, mais il n'atteint qu'un petit nombre d'œufs et le traitement doit être répété plusieurs fois. Il est sans action sur les plantes et se montre à divers points de vue plus avantageux que les traitements liquides.

M. Rau.

Cory (E.-N.) et Langford (G.-S.). — **Les alcools sulfonés donnent des résultats encourageants en traitements insecticides.** (Sulfated alcohols in insecticides indicate favorable caracteristics.) *Agric. news Letter*, t. III, n° 4, 1935, 4 p.

Les alcools sulfonés sont caractérisés par leur pouvoir mouillant, leur stabilité en milieu alcalin ou acide et spécialement en présence de l'eau calcaire. Ils ont une bonne activité comme insecticides de contact ; on les utilise aussi comme mouillants ou émulsifs, et dans le lavage des fruits. Sur le puceron du chou et le tétranyque, les plus actifs sont le lauryl – et l'oléyl – sulfonate de soude qui, à 1 p. 100 donnent une destruction presque complète. Ajoutés à la même concentration à un extrait de pyrèthre, ils multiplient sa toxicité par 4. Le lauryl-sulfonate de soude à 0,25 p. 100 tue la presque totalité des *Melanopus femur-rubrum*. Il en suffit de 20 milligrammes pour émulsionner 20 centimètres cubes d'eau dans 100 d'huile.

M. Rau.

Dulac (J.). — **Étude des conditions de la meilleure efficacité d'une bouillie anticryptogamique au sulfure de cuivre.** *C. R. Ac. Agr.*, t. XXI, p. 570-575, 1935.

Les traitements à la bouillie bordelaise sont parfois d'une efficacité insuffisante, bien qu'on arrive à retrouver sur une feuille de vigne, 0 gr. 3 de cuivre (exprimé en sulfate)

après 20 à 25 pulvérisations ayant nécessité un total de 500 kilogrammes de sulfate de cuivre à l'hectare. Ce qui importe, c'est moins la quantité de cuivre déposée que ses possibilités de solubilisation. L'intérêt du sulfure de cuivre est que, insoluble dans l'eau privée d'oxygène, il s'oxyde au contact de l'air et devient progressivement soluble. Cette oxydation doit être accélérée; on y parvient par l'addition d'oxydants tels que le pentoxyde de vanadium. On évitera d'autre part le mélange avec les substances alcalines et organiques qui empêchent l'oxydation. Le dépôt du sulfure de cuivre seul est 14 fois, et celui du sulfure additionée de sel de vanadium 33 fois plus soluble dans l'eau distillée que le dépôt de bouillie bordelaise. A l'état de pâte, le sulfure de cuivre donne une bouillie plus adhérente et plus mouillante qu'à l'état de poudre. Une bonne formule est la suivante : pour 1 hectolitre d'eau, 300 grammes de sulfure en pâte (exprimés en cuivre), 1 gramme de pentoxyde de vanadium, 100 grammes de sulfate de cuivre. Le rôle de ce dernier est de saturer de cuivre les tissus végétaux et de fournir les premiers apports d'éléments solubles.

M. Rau.

Ressler (I.-L.). — **Découverte et importance croissante de l'aldéhyde formique; ses applications dans la désinfection des semences.** (Discovery and development of formaldehyde and its applications to seed disinfection.) *Agr. news Letter*, t. 3, n° 1, 3 p., 1935.

L'adéhyde formique a été découverte en 1835 et ses propriétés germicides ont été signalées par Loew en 1888. C'est actuellement le produit le plus employé et le plus économique pour le traitement des graines. On utilise pratiquement le formol qui contient de 35 à 37 p. 100 en poids d'aldéhyde. Il agirait sur les champignons en coagulant les matières albuminoïdes de leur protoplasme. Les traitements au formol ne sont pas plus dangereux pour les semences que les autres procédés liquides. On peut opérer de trois façons : 1° Par trempage dans une solution de formol à 0,25 p. 100 : c'est le procédé le plus actif. 2° Par arrosage avec même liquide; on couvre ensuite le tas de graines d'une bâche. Il est nécessaire d'effectuer le semis dans les 24 heures. Cette technique est la plus rapide. 3° Par pulvérisation d'une solution concentrée (15 p. 100 d'aldéhyde) sur le grain placé en couche mince. Le procédé n'est applicable que pour certaines maladies.

M. Rau.

Gross (C.-R.) et Smith (C.-M.). — **Méthode colorimétrique pour le dosage du roténone.** (Colorimetric method for determination of rotenone.) *J. Ass. of Off. Agr. Chem.*, p. 336-339, mai 1934.

La méthode dose le roténone et quelques-uns de ses dérivés : isoroténone, déguéline, dihydroroténone. On part d'une solution acétonique contenant de 0 mg. 05 à 0 mg. 30 du produit. On hydrolise par la potasse alcoolique et on traite par l'acide nitrique fumant. La coloration obtenue est comparée à celle que donnent des solutions de roténone de titre connu. La méthode s'applique aux poudres de derris, aux poudres commerciales contenant du roténone, et aux dépôts laissés par les traitements sur les plantes.

M. Rau.

Neff (A.). — **L'effet du fluor des eaux naturelles sur les dents des jeunes poissons.** (The effect of fluorine in natural waters on the teeth of small fisch.) *Science*, t. XXXII, p. 301-302, 1935.

Les jeunes enfants qui absorbent des eaux de boisson contenant du fluor, présentent des troubles dans la formation des dents, à partir d'une concentration de cinq parties de fluor pour un million. On peut déceler et évaluer ces faibles doses par leur action sur la formation des dents de jeunes poissons (*Gambusia affinis*) ; des témoins correspondant à des quantités connues de fluor sont conservés dans le formol.

M. Rau.

Imprimerie Nationale. — J. 9033-36.

SEMENCES ET PREMIÈRES PHASES

DU DÉVELOPPEMENT DES PLANTES COMMENSALES

DES VÉGÉTAUX CULTIVÉS

par Louis François,

Docteur es Sciences.

PLANTES MESSICOLES

Les ouvrages, traitant spécialement de la connaissance des semences appartenant aux plantes commensales des végétaux qui font l'objet de nos cultures, sont peu nombreux [1] et consistent, pour la plupart, en ouvrages généraux, dans lesquels on ne trouve pas, d'habitude, une classification systématique des espèces vivant en association avec tel ou tel groupe de plantes cultivées.

Je me propose ici, en suivant l'ordre de la classification botanique la plus courante, d'étudier les semences et les premières phases du développement des plantes commensales des céréales, ou, comme l'on dit encore, des plantes messicoles, réservant pour plus tard l'étude des espèces commensales d'autres cultures.

Je m'occuperai, tout d'abord, des semences des végétaux qui se rencontrent communément partout ou à peu près; et, dans une seconde série de chapitres, j'étudierai les fruits ou graines qui interviennent dans la détermination des provenances et qui ont, de ce fait, une si grande importance.

Comme d'autre part, la connaissance des formes que présentent les végétaux dans les premières phases de leur développement, offre toujours un intérêt certain et constitue le complément naturel de l'étude des semences, je décrirai, pour chaque famille, plusieurs types de jeunes plantes qui feront l'objet d'une étude très serrée.

Cependant, comme ce sont principalement les caractères bien visibles, les caractères morphologiques externes qui intéressent l'agronome, je ne donnerai ici qu'un résumé succinct de la structure anatomique des plantules. Dans les cas seuls où les caractères extérieurs seraient insuffisants pour déterminer sûrement le genre ou parfois l'espèce, j'insisterai, s'il y a lieu, davantage sur la morphologie interne qui pourra alors utilement intervenir.

Les documents abondants que j'ai pu recueillir et examiner depuis la publication

[1] La bibliographie générale sera donnée à la fin de ce travail.

d'un premier mémoire relatif aux questions traitées ici m'ont permis, non seulement d'agrandir le cadre de ce travail, mais aussi d'y adjoindre de nombreuses figures originales, consistant soit en dessins, soit en photographies.

PLANTES DONT LES SEMENCES SE RENCONTRENT À PEU PRÈS PARTOUT DANS LES CÉRÉALES.

Famille des Renonculacées.

Extérieurement, les semences de Renonculacées ne présentent pas, dans l'ensemble, de caractères morphologiques suffisamment généraux pour qu'on puisse, au premier abord, reconnaître, à coup sûr, une semence de cette famille, tellement elles varient d'aspect chez les différents genres.

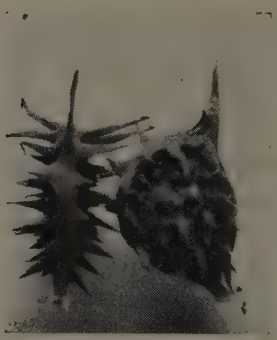


Fig. 1. — Deux aspects d'un akène de Renoncule des champs (*Ranunculus arvensis* L.). A droite, l'akène est vu suivant l'une de ses faces, à gauche, par la tranche (grossissement 5,5 fois environ).

Les semences que nous rencontrerons le plus souvent appartiennent, en premier lieu, au genre Renoncule (*Ranunculus*). Ce sont des akènes peu épais, à contour presque plan d'un côté, bombé de l'autre et dont le sommet se termine en pointe plus ou moins développée. Toutes les semences de Renoncules ont cet aspect général. Mais si le genre se détermine ainsi facilement, il n'en va pas de même pour l'espèce. Cependant, l'une d'elles, la Renoncule des champs (*Ranunculus arvensis* L.), grâce aux fortes épines qui hérissent ses faces (fig. 1), a des semences tellement faciles à reconnaître, et si communes dans les céréales, qu'il est tout à fait aisé d'en retenir l'aspect. Dans les blés ayant subi l'action du battage, les épines ont généralement été brisées, mais les bases en persistent, formant ainsi, sur chaque face de l'akène, une plage brune, ovale et granuleuse très caractéristique. La plante n'est pas indifférente, mais nuisible, non seulement par ses propriétés vénéneuses, mais aussi par ses semences qui, mêlées aux grains des céréales, en diminuent la valeur : trois grammes d'akènes par kilo d'avoine, rendent celle-ci déjà difficile à mâcher.

Jeunes plantes.

Morphologie externe. — Les jeunes plantes, au début de leur développement, présentent l'aspect suivant : axe hypocotylé plus ou moins long, mais toujours bien développé; cotylédons à limbe ovale, se continuant insensiblement

par le pétiole (fig. 2). Le limbe de la première feuille, très simple, se termine par trois ou cinq dents : la division en trois segments principaux des feuilles définitives est donc déjà indiquée (fig. 3). De part et d'autre de la nervure médiane, on remarque fréquemment sur le limbe de la première feuille, une tache brune linéaire bien visible; quelques points de coloration semblable sont disséminés çà et là. Les cotylédons eux-mêmes peuvent présenter, dans leur plan de symétrie et sur la face supérieure du limbe, une tache allongée, de teinte analogue à la précédente. Dans la figure 4, nous avons un état beaucoup plus avancé, le limbe se découpe profondément et l'on voit que dans la quatrième feuille, seul, le segment central rappelle l'aspect du limbe de la première.

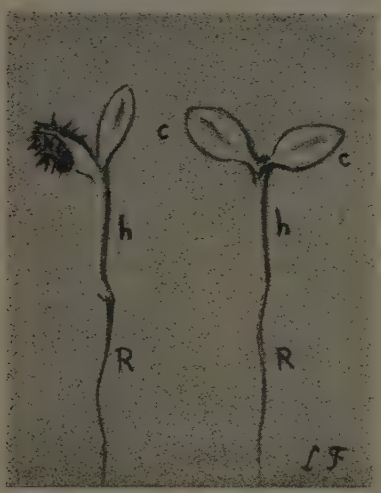


Fig. 2. — Deux jeunes plantes de Renoncule des champs. Dans la figure de gauche, on remarque le tégument de l'akène dans lequel l'un des cotylédons est encore à demi engagé.

R, racine principale ; C. C., cotylédons ; *h*, axe hypocotylé, ensemble légèrement grossi.

Fig. 3. — Jeune plante au moment où la première feuille s'épanouit. De part et d'autre de la nervure principale, on distingue une tache brune qui peut d'ailleurs ne pas exister; mêmes lettres et même légende que dans la figure 2 ; en plus, 1 = première feuille.

Structure — Dans les céréales, la Renoncule des champs étant la seule plante appartenant à ce genre qu'on puisse y rencontrer, il ne serait donc pas nécessaire d'en étudier les caractères anatomiques. J'en donnerai cependant un aperçu réservant les détails pour un travail d'ensemble :

1° *Racine.* — Rien de particulier à signaler ici; nous avons affaire à une racine

binaire où, l'assise pilifère mise à part, la structure est semblable à celle de l'axe hypocotylé.

2° *Axe hypocotylé.* — L'axe hypocotylé présente la structure racine de la base au sommet, c'est seulement au voisinage du plan d'attache des pétioles cotylédonaires, soudés à la base en une sorte de gaine enveloppant la gemmule, que la

Fig. 4. — Jeune plante à un état beaucoup plus avancé; les cotylédons ont disparu; la feuille 1 est flétrie. 2, 3, 4, 5, feuilles successives. A droite, limbe et fragment du pétiole de la quatrième feuille. Plante entière grandeur naturelle; 4, légèrement grossie.

structure tige apparaît. Les particularités anatomiques de l'axe hypocotylé sont les suivantes : épiderme à cuticule nette; écorce à peu près homogène, formée d'un parenchyme lacuneux chargé de chlorophylle (fig. 5); endoderme bien défini, avec plissements des cloisons latérales de ses cellules; cylindre central caractérisé par deux faisceaux ligneux alternant avec deux faisceaux libériens (fig. 6).

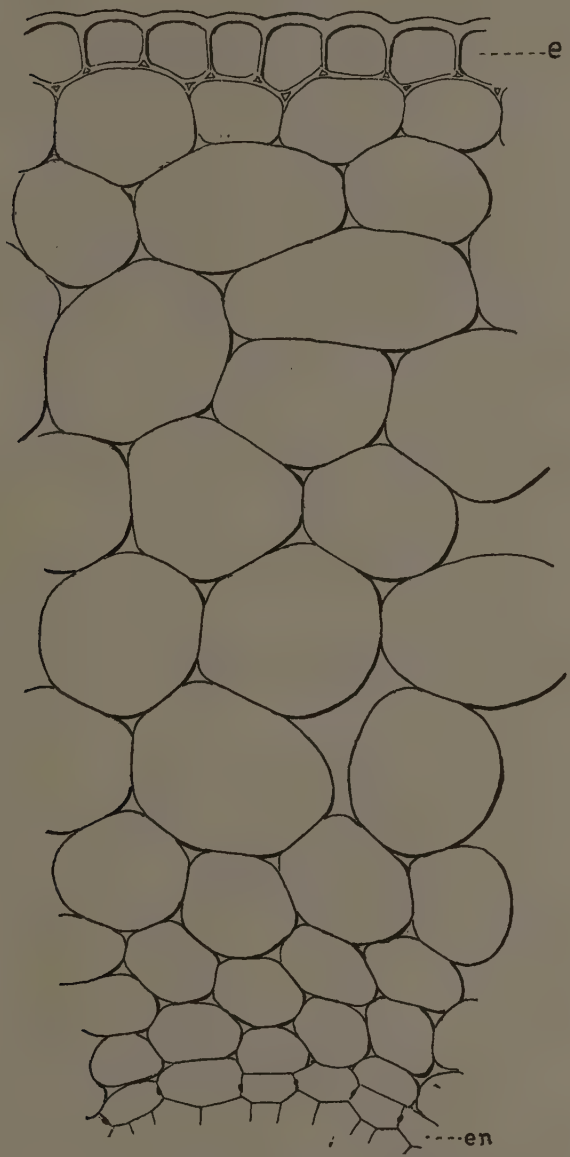


Fig. 5. — Épiderme et écorce de l'axe hypocotylé.
e, épiderme; *en*, endoderme (grossissement 300 fois environ).

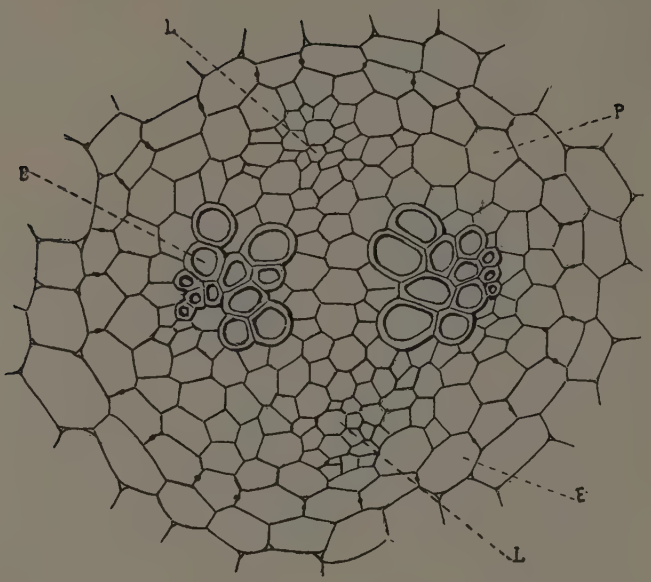


Fig. 6. — Cylindre central et endoderme de l'axe hypocotylé dans sa moitié inférieure. E, endoderme; B, bois; L, liber; P, péricycle (grossissement 400 fois environ).

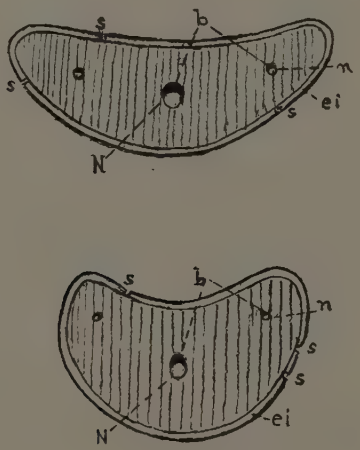


Fig. 7. — Deux sections transversales, schématiques du pétiole cotylédonaire. *ei*, épiderme inférieur; *s*, stomates; N, nervure principale; *n*, nervures secondaires; *b*, bois (en noir); le liber est en blanc.

3° *Cotylédons.* — Le pétiole de chaque cotylédon légèrement concave sur la face supérieure, convexe sur la face opposée, présente un épiderme pourvu de quelques

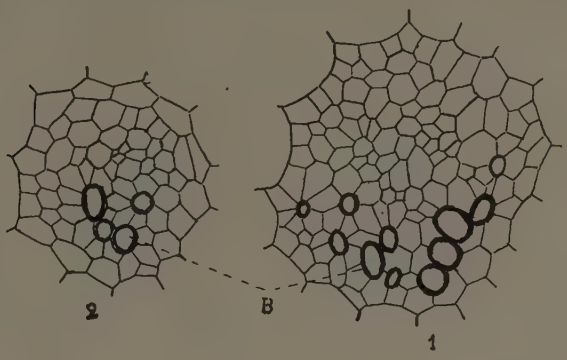


Fig. 8.

1, nervure principale d'une moitié de la gaine rudimentaire, moitié correspondant à un pétiole; B, bois plus ou moins en V; 2, nervure secondaire (grossissement 400 fois environ).

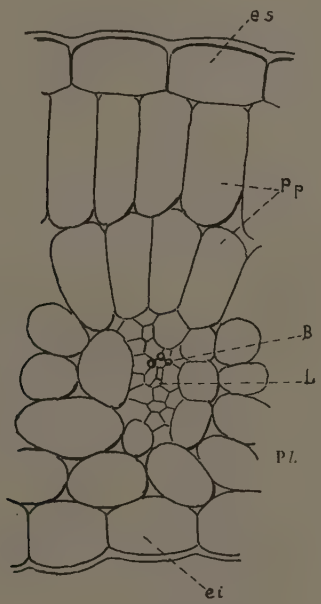


Fig. 9. — Portion du limbe d'un cotylédon.

es, épiderme supérieur; *ei*, épiderme inférieur; P*p*, parenchyme palissadique; P*l*, parenchyme lacuneux; B, bois; L, liber (grossissement 300 fois environ.)

stomates sur les deux faces, mais cependant en nombre plus grand sur la face inférieure (fig. 7).

Le parenchyme est homogène, lacuneux et présente trois nervures; la nervure principale possédant bois et liber bien développés.

L'ensemble des vaisseaux ligneux tend à dessiner une sorte de croissant dont la concavité regarde le liber : disposition ici un peu masquée, mais qui est plus nette dans le rudiment de gaine formée par les bases soudées des pétioles (fig. 8).

La section transversale du limbe, montre les particularités suivantes : épiderme avec stomates paraissant plus nombreux sur la face supérieure; parenchyme divisé en deux zones; tissu palissadique formé de deux couches de cellules, puis tissu lacuneux (fig. 9). Les nervures présentent la structure habituelle, mais les vaisseaux ligneux ont une tendance peu marquée à la disposition en V ou U, alors que dans la gaine cotylédonaire, cette disposition est mieux apparente. Il semble que cet aspect, très accentué à la base des cotylédons, là où les pétioles ne sont pas encore individualisés, tend à s'atténuer à mesure que l'on se dirige vers le limbe.

La gemmule est enveloppée par un rudiment de gaine formée par les bases des cotylédons; ces bases présentent chacune trois nervures avec leur bois en V, visible surtout dans la nervure centrale qui, plus haut, devient la nervure principale du pétiole, puis du limbe.

Bien d'autres particularités pourraient être données, par exemple la structure de la première feuille; mais ces considérations trouveront place dans un travail d'ensemble d'anatomie, il n'y a donc pas lieu de les développer ici.

*
* *

Viennent maintenant des plantes moins communes que la Renoncule des champs; ce sont : les Adonis, les Nigelles et les Dauphinelles.

Adonis. — Nous ne retiendrons ici que trois espèces : Adonis d'automne (*Adonis autumnalis* L.), Adonis d'été (*Adonis aestivalis* L.) et Adonis flamme (*Adonis flammea* Jacq.), moins répandues que la première. Toutes trois se rencontrent dans les moissons des sols calcaires et couvrent une aire géographique très étendue.

Nous avons encore ici des semences constituées par des akènes relativement épais et dont l'aspect est donné par la figure ci-contre (fig. 10 et 10 *bis*). On voit que, lorsqu'ils sont complets, tous se terminent par un bec (style) droit chez les 3 espèces qui nous intéressent, mais d'aspect différent. On peut d'ailleurs classer ces akènes comme il suit :

Akène à base aussi large que lui :

Akène à base munie à l'opposé du bec, d'une dent aiguë : Adonis d'été (*Adonis aestivalis* L.).

Akène à base moins large que lui :

Akène sans bosse sous le bec : Adonis d'automne (*Adonis autumnalis* L.).

Akène bossu sous le bec, lequel est noirâtre : Adonis flamme (*Adonis flammea* Jacq.).

D'autres caractères peuvent s'ajouter pour donner encore plus de précisions. C'est ainsi par exemple que les fruits de l'Adonis d'été sont plus fortement anguleux et ridés que ceux d'Adonis d'automne et leurs bords forment même des crêtes

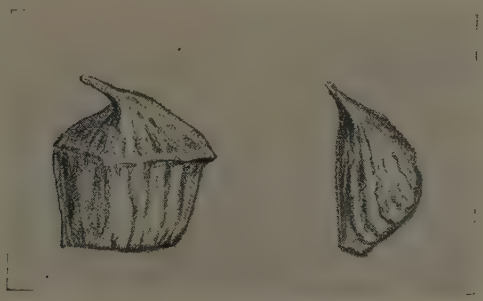


Fig. 10. — Akènes d'Adonis.

A gauche akène d'Adonis d'été (*Adonis aestivalis* L.); à droite, Adonis d'automne (*Adonis autumnalis* L.) [grossissement, pour ces deux akènes, 6 fois environ).

aiguës qu'on ne retrouve pas dans celui-ci. Ce sont, en somme, des semences de forme facile à retenir, se rencontrant çà et là dans les blés, mais d'importance moindre que celles de Renoncule.

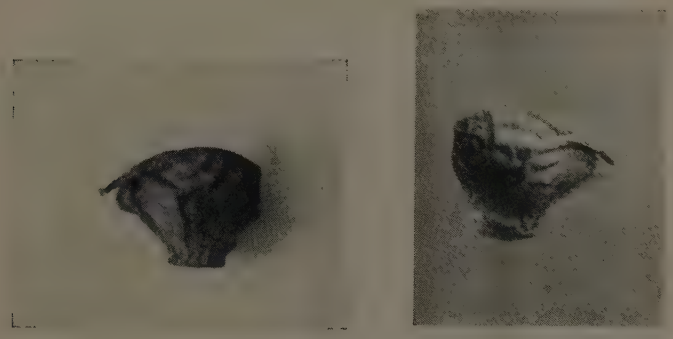


Fig. 10 *bis*. — Deux aspects d'un akène d'Adonis flamme (*Adonis flammea* Jacq) [grossissement 7 à 8 fois].

Remarquer la base étroite et le bec coloré en noir à l'extrémité.

Jeunes plantes.

Morphologie externe. — Les jeunes plantes d'Adonis (*Adonis autumnalis*) diffèrent sensiblement de celles de la Renoncule des champs. Les cotylédons ont un limbe très allongé, s'atténuant en pétiole, l'ensemble pouvant atteindre 32 millimètres, la partie la plus large du limbe égalant 3 millimètres seulement. Quant aux

feuilles successives, elles ont, dès la première, le limbe découpé en lanières linéaires, mais groupées en trois masses : une terminale et deux latérales, rappelant ainsi, en plus simple cependant, les feuilles définitives (fig. 11). Le limbe ainsi découpé est porté à l'extrémité d'un long pétiole.

Fig. 11. — Jeune plante d'Adonis d'automne (*Adonis autumnalis* L.).
R, racine principale; *h*, axe hypocotylé; CC, cotylédons; 1, première feuille; 2, seconde feuille (grossissement 2 fois environ); F1, première feuille, grossie 3 fois environ.

Structure. — 1° *Racine.* — Racine du type binaire analogue à celle de Renoncule.

2° *Axe hypocotylé.* — L'axe hypocotylé présente encore ici comme dans la Renoncule des champs, la structure nette de racine binaire et ceci sans changement jusque vers le tiers supérieur. A partir de ce niveau des modifications se produisent, donc bien avant la base des cotylédons. Sans insister sur ces modifications assez

compliquées, signalons seulement le fait qu'une section pratiquée à la base des cotylédons, là où ils sont encore soudés, mais commencent déjà à s'individualiser, explique une particularité importante du pétiole, que j'indique plus loin.

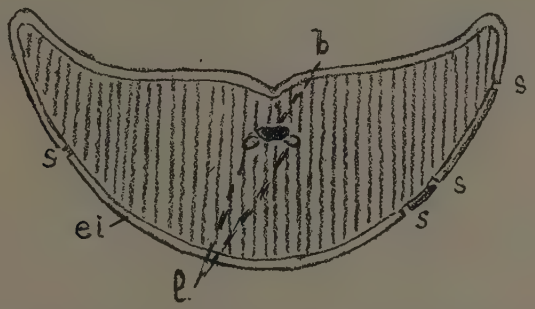


Fig. 12. — Coupe transversale schématique du pétiole cotylédonaire près de sa base. *ei*, épiderme inférieur; *ss*, stomates; *b*, bois; *l*, liber (grossissement 90 fois environ).

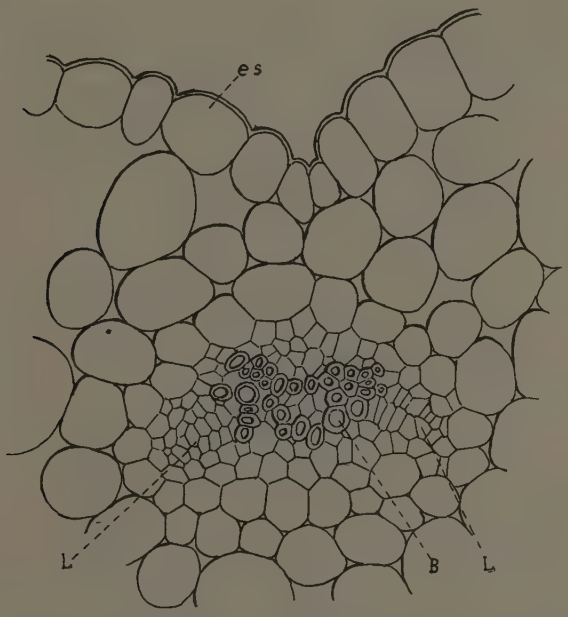


Fig. 13. — Nervure du pétiole cotylédonaire (détail). — *es*, épiderme supérieur; B, bois; L, liber.

3° *Cotylédons.* — Les cotylédons où la base des pétioles forme, comme dans la Renoncule, un rudiment de gaine, possèdent, à côté de caractères semblables à ceux de l'espèce précédente, des particularités spéciales :

a. *Pétiole.* — En section transversale, le pétiole, à sa base, montre une face supérieure déprimée avec un angle net dans son plan de symétrie; d'autre part,

au lieu de trois nervures distinctes, il n'y en a qu'une présentant une masse ligneuse et deux plages libériennes, s'écartant obliquement de part et d'autre des éléments ligneux (fig. 12 et fig. 13). Cette disposition se retrouve, mais avec plages libériennes moins écartées, dans la partie moyenne des pétioles où, d'ailleurs, la nervure principale est accompagnée de deux petites nervures latérales (fig. 14). A noter qu'à ce niveau, le sillon de la face supérieure a disparu et celle-ci devient

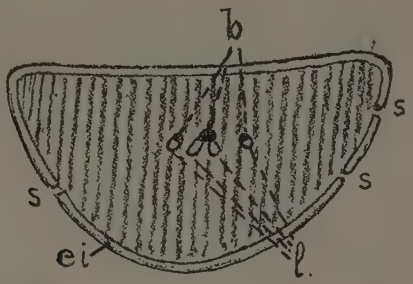


Fig. 14. — Coupe transversale schématique du pétiole cotylédonaire dans sa partie moyenne. *ei*, épiderme inférieur; *ss*, stomates; *b*, bois; *l*, liber (grossissement 55 fois environ).

plane. Enfin, tout à fait à son extrémité, le pétiole présente trois nervures distinctes plus ou moins écartées l'une de l'autre et à structure habituelle (fig. 15).

b. *Limbe.* — Le limbe ne possède qu'une seule assise de tissu en palissade, à cellules séparées par de larges vides. Le tissu lacuneux est formé de cellules très

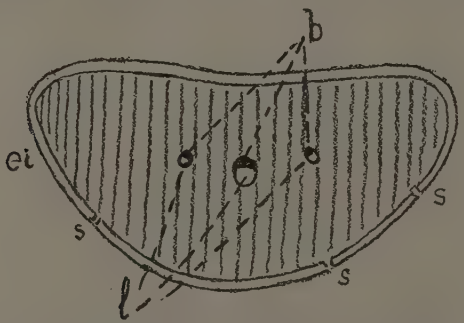


Fig. 15. — Coupe transversale schématique du pétiole cotylédonaire dans sa partie terminale; même légende et même grossissement que dans la figure 14.

irrégulières laissant entre elles de nombreuses et grandes lacunes. Les nervures, au nombre de sept, une principale et six latérales, sont construites à la manière habituelle. Les stomates sont répartis sur la face inférieure du limbe (peu ou pas sur la face supérieure) [fig. 16].

Nigelles. — Les semences de ces plantes ne sont plus des fruits, mais des graines issues de cinq follicules qui, dans la Nigelle des champs (*Nigella arvensis* L.) sont soudés de la base jusqu'au delà du milieu. Ils forment ainsi un début de capsule;

celle-ci devient plus complète dans la Nigelle de France (*Nigella gallica* Jord.), et surtout dans la Nigelle de Damas (*Nigella damascena* L.). Les graines de la Nigelle

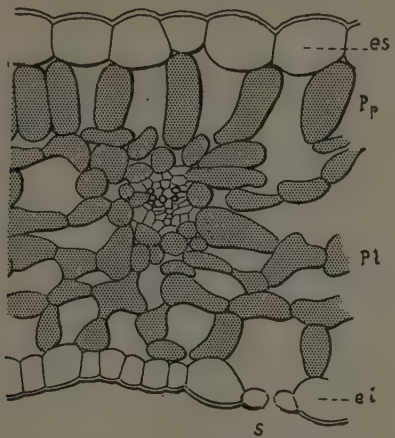


Fig. 16. — Coupe transversale d'une portion du limbe cotylédonaire dans sa région moyenne. — *es*, épiderme supérieur; P*p*, parenchyme palissadique; P*l*, parenchyme lacuneux; *ei*, épiderme inférieur; *s*, stomate. Dans la nervure, on distingue 5 vaisseaux de bois (grossissement 150 fois environ).

Fig. 17. — Graines de Nigelle des champs (*Nigella arvensis* L.) [grossissement 10-12 fois].

des champs sont de teinte foncée, à surface granuleuse et présentent trois crêtes fortement relevées qui parcourent la graine d'une extrémité à l'autre (fig. 17).

Celles de la Nigelle de France (fig. 18) sont au contraire lisses et marbrées. Ces deux espèces se rencontrent seules dans les moissons; je laisserai de côté la Nigelle de Damas, espèce méridionale que chacun connaît bien pour l'avoir vue cultivée dans les jardins.

Jeunes plantes.

Les jeunes plantes de Nigelle de France (*Nigella gallica*) [fig. 19] ont un aspect qui a quelque analogie avec celles d'Adonis.

Fig. 18. — Graines de la Nigelle de France (*Nigella gallica* Jord.) [grossissement 10-12 fois].

Les cotylédons sont très allongés; ainsi, dans une plantule où la première feuille est développée et la seconde en voie d'épanouissement, le limbe des cotylédons peut atteindre de 9 à 10 millimètres et s'atténue insensiblement en un pétiole dont la longueur varie de 6 à 7 millimètres. La première feuille présente un limbe à trois divisions extrêmement nettes; disposition qui se retrouve dans la seconde feuille où le limbe est formé de trois lobes principaux eux-mêmes divisés plus ou moins profondément. Quelques variations peuvent d'ailleurs se produire.

Dans la Nigelle des champs (*Nigella arvensis* L.), les cotylédons en lame nettement pétiolée ont un limbe relativement large dans sa partie moyenne (4 millim. pour une longueur de 6 à 7 millim.); le pétiole atteint de 2 à 3 millimètres de

long pour 1 millimètre de large, ceci dans des plantules où la première feuille n'apparaît pas encore. Dans les jeunes plantes plus développées ayant les deux premières feuilles, le limbe s'allonge jusqu'à 10-12 millimètres sans s'élargir

Fig. 19. — Deux états d'une jeune plante de Nigelle de France.
R, racine principale; *h*, axe hypocotylé; *cc*, cotylédons; 1, 2, première et seconde feuilles (grossissement 2 fois environ).

et le passage du limbe au pétiole, allongé aussi (4 à 5 millim.) est beaucoup moins brusque. On constate des variations dans les limbes des premières feuilles; ainsi, il peut arriver que les feuilles 1 et 2 présentent le même type de limbe à trois profondes divisions. Parfois, la première feuille montre déjà une échancrure sur l'un des lobes latéraux. La seconde feuille peut présenter le même fait avec, en

plus, une échancrure du lobe moyen, et prend assez souvent l'aspect de la seconde feuille de Nigelle de France.

Les seules plantules avec lesquelles on peut être tenté de confondre celles des Nigelles, seraient celles d'Adonis; mais, si les cotylédons sont, pour une observation superficielle, à peu près analogues, ils diffèrent cependant par leur longueur, leur largeur et le passage du limbe au pétiole : plus ou moins brusque dans les Nigelles et s'effectuant par degrés insensibles dans les Adonis. De plus. dans la première feuille, les 3 lobes, en général simples chez les Nigelles, sont à divisions nombreuses et très découpées chez les Adonis.

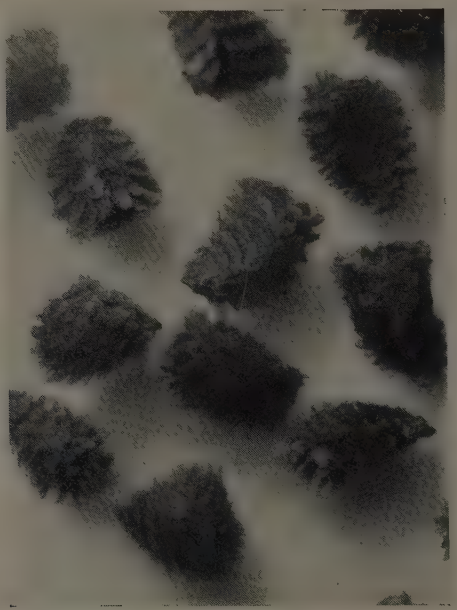


Fig. 20. — Graines de Dauphinelle. Pied d'Alouette (*Delphinium consolida* L.) [grossissement 10 fois environ].

Les caractères extérieurs sont donc largement suffisants pour différencier les deux genres.

Dauphinelles. — Ce sont encore des graines qui constituent les semences dans la Dauphinelle ou Pied d'Alouette (*Delphinium consolida* L.) si commune dans les moissons en terrain calcaire. Ces graines proviennent d'un seul follicule et se reconnaissent aisément à leur forme générale tétraèdrique et surtout aux nombreuses rides écailleuses transversales, sinueuses tout à fait caractéristiques. Leur teinte, enfin, est, en général, foncée, tirant sur le noir (fig. 20).

Deux autres espèces se rencontrent encore dans les moissons et portent aussi le nom vulgaire de Pied d'Alouette, ce sont : la Dauphinelle d'Ajax (*Delphinium*

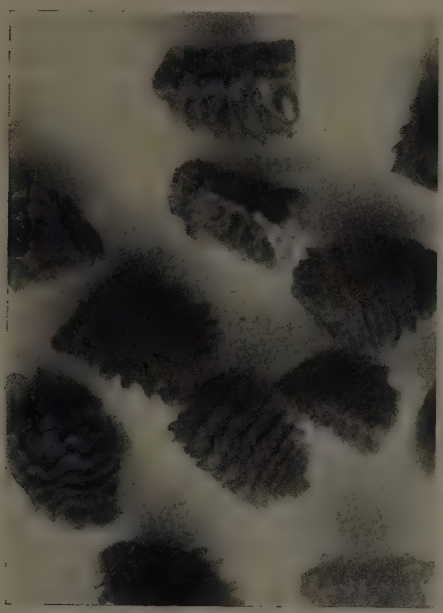


Fig. 21. — Graines de Dauphinelle pubescente (*Delphinium pubescens* D. C.) [grossissement 10 fois environ].

Fig. 22. — Graines de Dauphinelle d'Ajax (*Delphinium Ajacis* L.) [grosssisement 10 fois environ].

Ajacis L.) et la Dauphinelle pubescente (*Delphinium pubescens* D. C.); mais leurs graines rappelant de très près celles que je viens de décrire, je me contenterai d'en donner des figures (fig. 21 et 22). La première habite les moissons du Midi, du Centre et de l'Ouest, la seconde celles du Midi seulement.

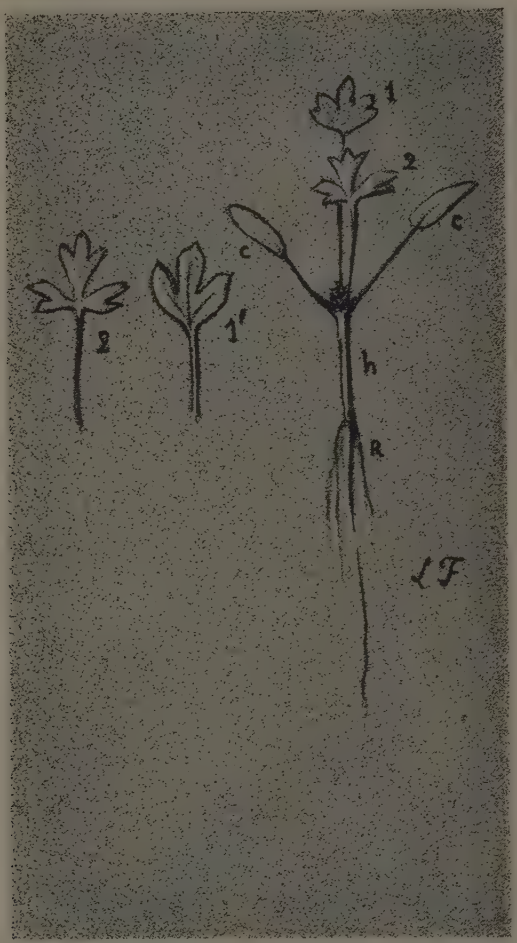


Fig. 23. — Jeune plante de Dauphinelle. Pied d'Alouette (*Delphinium consolida* L.), légèrement grossie. — R, racine principale; *h*, axe hypocotylé; *cc*, cotylédons longuement pétiolés; 1 et 2, première et seconde feuille. Il existe quelques variations dans le limbe de la première feuille; comparez 1 et 1'.

Jeunes plantes.

Les jeunes plantes sont remarquables surtout par l'aspect des cotylédons, dont le limbe s'étale brusquement à l'extrémité d'un long pétiole (fig. 23). Quant aux feuilles successives, elles ont des formes qui se rapprochent de celles des

Nigelles; mêmes découpures en trois segments de la moitié supérieure du limbe (fig. 23); divisions très profondes des feuilles 2, formant ainsi trois lobes dont le central rappelle le limbe de la première feuille. Mais les cotylédons longuement pétiolés différencient totalement et très distinctement ces deux genres. Comme ces différences sont accessibles à l'œil nu, la structure interne n'a pas lieu d'entrer en ligne de compte.

*
* *

Nous pouvons donc résumer ainsi les caractères distinctifs des semences et des jeunes plantes des Renonculacées commensales des céréales :

Semences.

Semences constituées par des akènes..... 1
Semences constituées par des graines..... 5

1. Akènes plus ou moins plans, à faces fortement épineuses : Renoncule des Champs
Akènes ni plans ni épineux : Adonis..... 2

2. Akènes à base aussi large qu'eux; à base munie, à l'opposé du bec, d'une dent aiguë; bec droit et oblique : Adonis d'été.
Akènes à base moins large qu'eux..... 3

3. Akènes sans bosse sous le bec : Adonis d'automne.
Akènes bossus sous le bec, lequel est noirâtre : Adonis flamme.

5. Graines plus ou moins pyramidales, de teinte foncé, à surface couverte de rides écailleuses transversales : Dauphinelle.
Graines allongées, de teinte foncée, à trois crêtes fortement relevées, parcourant la graine d'une extrémité à l'autre : Nigelle..... 6

6. Graines à surface rugueuse : Nigelle des Champs.
Graines à surface lisse : Nigelle de France.

Jeunes plantes.

Cotylédons longuement pétiolés : Dauphinelle.
Cotylédons courtement pétiolés ou simplement atténués à la base..... 1

1. Cotylédons ovales, environ 2 fois plus longs que larges; première feuille à limbe large, munie de 3 ou 5 dents au sommet : Renoncule des Champs.
Cotylédons très allongés de 4 à 10 fois plus longs que larges..... 2

2. Première feuille à trois lobes simples : Nigelle.
Première feuille à trois lobes profondément divisés : Adonis.

BIBLIOGRAPHIE.

Ce travail devant être suivi d'études analogues sur les diverses familles auxquelles appartiennent les plantes messicoles, je ne donnerai ici que quelques indications relatives aux ouvrages traitant, entre autres sujets, de la morphologie externe des semences de Renonculacées.

Cornevin. — Des plantes vénéneuses et des empoisonnements qu'elles déterminent. (Paris 1893.)

François (L.). — Les semences des plantes adventices dans les Céréales. (*Annales Sc. Agro.* novembre-décembre 1928 et mars-avril 1929.)

Fron (G.). — Plantes nuisibles à l'Agriculture. (Paris 1917.)

Harz (C. P.). — Landwirtschaftliche Samenkunde. (Berlin 1885.)

Korsmo (E.). — Unkräuter in Ackerbau der Neuzeit. (Berlin 1930.)

Laumont (P.). — Les mauvaises herbes et leurs graines en Algérie. (*Rev. Agric. de l'Afrique du Nord,* Alger 1931.)

Wittmack. — Landwirtschaftliche Samenkunde. (Berlin 1922.)

LE WILT

OU

FLÉTRISSEMENT DES REINES-MARGUERITES

par M. Gaudineau,

Station centrale de Pathologie végétale.

Le flétrissement des Reines-Marguerites existe en France depuis plusieurs années ; des échantillons de provenances diverses avaient été examinés à la Station de Pathologie végétale en 1931 et, depuis cette date, des dégâts importants ont pu être observés dans les cultures pour la fleur coupée faites en différents points de la France.

La plupart des cas de flétrissement des plantes herbacées (pommes de terre, tomates, melons, concombres) sont dus à des champignons appartenant à l'un des genres *Fusarium* et *Verticillium*. De même en ce qui concerne les Reines-Marguerites, on rencontre deux organismes, le *Verticillium Dahliae* et le *Fusarium Callistephi*. Durant ces dernières années, c'est le *Fusarium Callistephi* qui s'est révélé prédominant en France et responsable de presque tous les cas de flétrissement. Comme on le verra plus loin, cette maladie est connue depuis quarante ans aux États-Unis et, plus récemment, en divers pays aussi bien en Amérique qu'en Europe, Afrique, Asie et Océanie. Malgré de nombreuses recherches, on n'a pas pu mettre au point une méthode directe de traitement. Le seul procédé de lutte pratique consiste dans l'utilisation de variétés américaines déjà sélectionnées comme résistantes et dans la recherche de lignées immunes, dans les variétés actuellement cultivées en France et plus ou moins sensibles dans leur ensemble.

Causes de la maladie. — Dans notre pays, c'est le *Verticillium Dahliae* qui a été signalé le premier sur Reine-Marguerite comme cause du flétrissement : Gueguen (1906) a publié une note détaillée sur une maladie des Reines-Marguerites et a décrit le parasite sous le nom d'*Acrostalagmus Vilmorinii* [1]. M. Barthelet a retrouvé le *V. Dahliae* en 1931 sur des Reines-Marguerites

[1] Le genre *Acrostalagmus* est à peu près identique au genre *Verticillium* et dans tous les cas, cette espèce est bien un *Verticillium* typique qui devrait s'appeler *Verticillium Vilmorinii* (Gueguen) le nom spécifique ayant la priorité sur celui de *V. Dahliae*. Le champignon est, il est vrai, souvent réuni au *V. albo-atrum* plus ancien ; mais les auteurs ne sont pas d'accord sur le sens de ce dernier nom qui, pour certains, constitue une espèce différente.

venant de Seine-et-Oise. Cette observation montre que ce parasite existe toujours occasionnellement sur Reine-Marguerite dans notre pays, bien que plus commun sur diverses plantes herbacées ou ligneuses (Cucurbitacées, Ailantes de la région parisienne). Il a été signalé aussi dans d'autres pays européens, en particulier en Allemagne (Wollenweber, Flachs et Pape), en Hollande (Westerdijk et Van Luijk). Les plantes atteintes par le *Verticillium* se flétrissent et meurent rapidement; le bas des tiges le plus souvent ne paraît pas malade, mais le bois est bruni. Le microorganisme se caractérise par un mycélium d'abord clair, de 4-4,5 μ d'épaisseur, puis brunâtre et épaissi. Les conidiophores incolores portent des branches disposées en verticilles et terminées par des globules sphériques de spores; ces dernières sont ovales et mesurent 5-12 μ de long sur 3 μ de large. Le mycélium forme de petits sclérotes noirs, très nombreux, caractéristiques; mais ces organes, comme les conidiophores, s'observent surtout en cultures pures.

Distribution géographique. — Historique de la maladie. — On considère en Allemagne (Sorauer, Wollenweber) que le *Verticillium* cause des dégâts plus fréquemment que le *Fusarium* sur les Reines-Marguerites dans les pays qui sont soumis à des étés frais. Ceci rappelle les observations faites en France pour les parasites du Melon : le *Fusarium* a été observé surtout dans le Sud-Ouest, tandis que le *Verticillium* est commun aux environs de Paris.

Dans le groupe des *Fusarium,* diverses espèces ont été isolées en Allemagne à partir des Reines-Marguerites flétries, en particulier un *Fusarium oxysporum* (Storck 1935). En France, c'est à l'espèce décrite aux États-Unis sous le nom de *Fusarium conglutinans* Wr var. *callistephi* Beach, que se rapportent les cas de flétrissement étudiés; ce parasite a causé des dégâts dans les cultures de Reines-Marguerites des environs de Paris, d'Angers, de Lyon et de Valence et aussi en Seine-Inférieure et dans les Ardennes.

La maladie avait été signalée aux États-Unis en 1896 par Galloway; elle fut attribuée à un *Fusarium* par Woods en 1899. Elle existe dans les États suivants : Wisconsin, Michigan, New-York, Massachussetts, Connecticut, Colorado. Elle a causé des dégâts en Nouvelle-Zélande. Elle est connue au Canada, où elle est apparue depuis 1925 dans le Manitoba, selon les rapports annuels du département de l'Agriculture. En 1926, une forte attaque sévit dans les provinces de Québec, de l'Ontario, du New-Brunswick et de l'Ile du Prince-Édouard. Depuis lors, chaque année, de nouveaux états canadiens indiquent l'apparition plus ou moins grave de la maladie dans leurs cultures de Reines-Marguerites.

En Europe, une maladie fusarienne des Asters avait été observée par Osterwalder en Suisse, dès 1910.

Plus récemment, le flétrissement dû au *Fusarium Callistephi* a causé des dégâts en Allemagne, Hollande, Danemark et Tchécoslovaquie; en Italie, il fut signalé à Rome, en 1931, par Petri, et trouvé préjudiciable dans le Piémont par Voglino (1934). La maladie existe en Angleterre, où elle a été étudiée par Ogilvie et Mulligan depuis 1928, dans le Worcesteshire, Gloucestershire et Glamorgan.

En 1932, Wager signale une grande extension de la maladie dans l'Afrique du Sud. Il semble donc bien qu'elle existe partout où les Reines-Marguerites sont cultivées.

Caractères. — La maladie est caractérisée par un flétrissement rapide de toutes les parties herbacées; les feuilles et extrémités florales en particulier, pendent lamentablement; leur couleur verte se ternit, puis devient brune. Souvent la plante entière se flétrit et meurt.

Au début, une observation attentive des diverses parties de la plante ne révèle pas toujours une altération des tissus; mais ensuite la base des tiges apparaît fréquemment brun foncé, puis noirâtre et se décompose. Il arrive assez souvent que l'on observe une bande brune allongée sur un seul côté de la tige (fig. 1). Cette bande est, en général, bien visible chez les variétés à fleurs claires dont les tiges sont vertes; chez les Reines-Marguerites à coloration foncée, la surface des tiges est d'un rouge violacé qui masque les altérations en question.

Le bois perd sa teinte vert clair et prend un aspect brunâtre, la moelle brunit aussi. Ce changement de coloration des éléments vasculaires concorde avec les bandes brunes sur la tige dans le cas d'une attaque unilatérale.

Une coupe des tiges malades montre que les altérations correspondent à une invasion des vaisseaux du bois par un mycélium, qui arrête ainsi le mouvement de l'eau et provoque le flétrissement.

Il s'agit bien d'une *trachéomycose;* au microscope, des hyphes incolores, cylindriques, sont visibles aussi entre les cellules du cylindre central; sous l'épiderme, les filaments mycéliens s'épaississent et se multiplient, et, dans le cas d'attaque grave, détruisent les cellules corticales et forment à la surface de l'épiderme un feutrage blanc caractéristique. Dans les tissus on peut rencontrer des spores arrondies ou allongées, à membrane épaissie, souvent rangées en files; ce sont des *chlamydospores.*

Les fructifications que l'on rencontre rarement sur les plantes en place, se forment au contraire facilement dès que l'on met à l'humidité des tiges attaquées. Il se produit d'abord à la surface un mycélium floconneux blanc rosé au milieu duquel se trouvent des spores; leur formation est surtout abondante en culture pure sur milieu nutritif, tel que gélose au quaker oat. Ces spores sont incolores, en faucille, généralement triseptées, de 34 à 43 μ de long sur 3,5 μ de large.

Les caractères de ce champignon permettent de le ranger dans le genre *Fusarium* et de le considérer comme identique au *Fusarium conglutinans* Wr. var. *Callistephi* Beach, tel qu'il est décrit par Wollenweber (1935). Ce nom a été donné par Beach en 1918 à la suite de travaux qui l'amenèrent à distinguer les organismes qui causent le flétrissement du chou et celui de la Reine-Marguerite.

Cette distinction est basée sur des différences morphologiques : le *Fusarium conglutinans* Wr., parasite du Chou a un mycélium gélatineux, des macroconidies plus minces et des chlamydospores isolées, non en chaîne. De plus, Beach ne réussit pas à faire passer le champignon de la Reine-Marguerite sur le Chou,

alors qu'il obtint des infections artificielles de la Reine-Marguerite par le *Fusarium conglutinans.*

Évolution de la maladie et influence des conditions de milieu. — La sensibilité des Reines-Marguerites au *Fusarium Callistephi* existe à tous les stades de végétation, depuis le début jusqu'à la pleine floraison. Les jeunes semis atteints peuvent disparaître comme dans le cas de la «fonte» («damping-off» des Américains). Les plantes plus âgées présentent les symptômes de flétrissement décrits plus haut.

Le développement épidémique du champignon se produit surtout lorsque la température s'élève; il est maximum pour des températures du sol de 20 à 25° C. et persiste jusqu'à 32°. Il est très faible entre 17-20° C.

Les chiffres de température optimum sont ceux qui peuvent être atteints dans nos régions pendant les mois de juillet et août, et parfois même en septembre. On doit sans doute y trouver l'explication d'une recrudescence à peu près constante du flétrissement vers la fin juillet en France.

D'après les observations faites en Allemagne, il semble que les plantes cultivées directement en pleine terre sont moins atteintes que lorsqu'on a opéré un repiquage. On peut se demander si les jeunes plantes venant des couches chaudes transportent ainsi les germes infectieux ou si l'infection se trouve favorisée par les blessures consécutives à l'arrachage.

La maladie peut être transportée par les graines (Beach, Gloyer, Gregory, Jackson); c'est ce qui peut expliquer le développement de la maladie en France depuis ces dernières années et l'apparition dans des localités nouvelles.

En dehors de la température, d'autres conditions ont été indiquées comme influant sur l'extension du parasite : ce sont en particulier l'humidité du sol, l'excès d'azote et le manque de chaux dans la terre.

Sensibilité des variétés. — Des différences de sensibilité entre les variétés ont pu être observées et des recherches systématiques avaient été entreprises dans le Wisconsin dès 1925 (Jones et R. S. Riker). Elles étaient basées sur les différences naturelles de résistance aussi bien entre les individus qu'entre les variétés. Ces chercheurs considèrent qu'il existe peu de variétés commerciales ayant une résistance uniforme, alors que dans la plupart d'entre elles, on rencontre souvent des plantes peu sensibles. A partir des graines de ces plantes, ils sélectionnèrent des lignées résistantes, en choisissant les types les plus appréciés par les floriculteurs. Leurs premières sélections portèrent sur des lignées des variétés *American Branching* et *Heart of France;* ensuite ils y ajoutèrent *American Beauty* (variété tardive), puis *Royal* et *Comet* (comme variétés hâtives).

Ces lignées considérées comme résistantes dans le Wisconsin furent mises en observation dans des sols infectés en Californie, où elles donnèrent de bons résultats. Il semble qu'une sélection annuelle portant sur 3 à 5 générations soit suffisante pour obtenir une résistance satisfaisante.

Aucune relation nette n'a pu être observée entre la couleur des fleurs et la

Fig. 1. — Brunissement latéral de la tige.

résistance, contrairement à ce que certains observateurs avaient cru; cependant, Jones et R. S. Riker signalent qu'il leur fut relativement plus facile d'obtenir des lignées résistantes dans les types *American Branching* et *Heart of France* parmi les variétés de couleur rouge.

Comme exemple de sensibilité et à titre de comparaison, nous donnerons les résultats obtenus par Guterman (1935) dans les essais faits à Cornell University, Ithaca (N. Y.); l'auteur indique la résistance par le pourcentage des plantes restées saines :

Variétés résistantes :

Early Royal (rose foncé)	84 à 88
Early Beauty	80 à 96
Ostrich Feather (plume d'autruche), rose nacré, pourpre, cramoisi, blanc	80 à 88
Giant Branching Comet (Comète géante ramifiée), rose foncé, rose nacré, blanc, saumon	80 à 92
Tall upright branching (rose foncé, pourpre, rose)	76 à 88
Improved Crego	64 à 88
American branching (rose, rose perle, bleu d'azur, blanc)	84 à 92
Heart of France	88
Crimson giant	96
American Beauty (pourpre)	84
Everlasting (rose)	88

Variétés sensibles :

Extra Early express (rose, bleu clair et blanc)	8 à 24
Super giant Los Angeles	8
California giant	0
Single elegance (variée)	0
Imbricated Pompon	0
Lavender Gem	0

Les différentes lignées d'une même variété peuvent donner des résultats très différents, ainsi :

Peony flowered (fleur de pêcher)	4
— (rose argenté)	64
— (duvet de cygne)	0

En Angleterre, des essais ont été faits près d'Evesham (Ogilvie et Mulligan) sur sol infecté par le *Fusarium Callistephi;* ils portèrent en 1934 sur 17 variétés américaines résistantes, provenant des sélections faites dans le Wisconsin (Jones et Riker) et par les sélectionneurs Bodgers en Californie, et Boll à Chicago. Les témoins étaient constitués par des variétés commerciales anglaises, et chacun comprenait une centaine de plantes.

Les auteurs constatèrent le maintien de la résistance chez les lignées sélectionnées d'*Improved Crego, Queen of the Market, Giant Comet* et *Upright Branching,* ainsi que chez *American branching* et *Royal* du Professeur Jones.

En Italie, les variétés européennes telles que *Plume d'Autruche, Reine du Marché, Comète express, Hercule* et *Unicum* se sont montrées sensibles (Voglino).

En France, des observations concordantes ont pu être faites; en 1933, la visite d'une plantation très attaquée en Seine-et-Oise indiquait une sensibilité très grande chez les Reines-Marguerites Pompon, et une résistance marquée des Comètes.

Une variété américaine (qui nous a été communiquée en France sous le nom de *Los Angeles* et diffère vraisemblablement du *Super giante Los Angeles* indiquée par Guterman) à rameaux divariqués un peu comme *Plume d'Autruche,* à capitules blancs un peu ébouriffés s'est montrée entièrement résistante en 1934 et 1935, à côté de variétés très attaquées.

Pour les autres variétés cultivées en France, en 1935, on a constaté une résistance partielle de :

Victoria Géante cramoisie;
Comète Géante violet foncé, d'abord saine, puis attaquée en septembre;
Victoria imbriquée bleu foncé, d'abord saine, puis attaquée au début d'août;
Comète géante blanche, d'abord saine, puis attaquée au début d'août;
Chine simple (variée), ce mélange a présenté vraisemblablement des types de sensibilité différente, peu attaquée dans l'ensemble, mais a donné quelques pieds malades pendant toute la végétation; demanderait à être sélectionnée à ce point de vue.

D'autres variétés américaines essayées chez un horticulteur de la région parisienne ont montré une résistance remarquable mais peut-être toutes les graines vendues en Amérique comme «wilt resistant» n'ont pas subi une sélection aussi rigoureuse.

Méthodes de lutte. — La lutte contre cette maladie doit être basée sur les considérations générales précédemment indiquées en tenant compte des points principaux :

1° Il s'agit d'une maladie vasculaire due à un champignon;

2° Elle persiste longtemps dans un sol infecté grâce aux chlamydospores;

3° Elle est transmissible par la semence;

4° Les variétés et même les individus présentent de grandes différences de sensibilité.

Emploi des anticryptogamiques. — Le premier point explique dans une certaine mesure l'impossibilité où l'on est actuellement d'indiquer un traitement préventif ou curatif efficace contre cette maladie et l'échec des pulvérisations anticryptogamiques sur les plantes.

Des essais d'arrosage de jeunes plantes de Reines-Marguerites avec divers produits commerciaux (Uspulun, Produit Bayer, Kalimat) signalés au Canada par Drayton en 1926, n'ont donné que des résultats négatifs.

Certains auteurs (Pape) recommandent cependant de tremper les jeunes plantes

avant le repiquage dans une bouillie argileuse d'Uspulun et d'arroser les jeunes plantes avec une solution de ce même produit.

Désinfection du sol. — La désinfection du sol ne peut être effectuée dans la pratique pour les couches à semis. On a conseillé l'emploi de formol aussi bien aux États-Unis (Naumann, Jackson) qu'en Allemagne (Flachs, Pape), et des résultats satisfaisants ont été obtenus en utilisant du formol, en solution de 1 à 2 p. 100, à raison de 25 litres par mètre carré (de façon à mouiller le sol sur 25 centimètres d'épaisseur). On évite une évaporation trop active en recouvrant le sol avec des sacs mouillés pendant les deux premiers jours qui suivent le traitement. On effectue ce traitement deux ou trois semaines avant le semis ou le repiquage, et pour éviter toute action nocive sur les jeunes plantes, il est recommandé de remuer la terre par un bêchage.

A l'étranger, des désinfections du sol, par divers produits commerciaux à base de mercure ont été appliquées; les résultats sont comparables à ceux qui sont obtenus avec le formol, mais l'emploi des composés mercuriels est interdit en France.

En Suisse, un expérimentateur signale avoir obtenu de bons résultats en utilisant, pour l'arrosage des couches avant le repiquage, une solution de 0,5 p. 100 d'un produit commercial à base d'acétate de cuivre (Fraigneux).

La désinfection des terreaux par la vapeur, dans les couches à semis ou les châssis pour repiquage a été aussi conseillée (Beach, Jackson, Gregory).

Désinfection des semences. — Pour lutter contre l'apport de germes de *Fusarium* par les graines, on a eu recours à ce procédé dans lequel différents produits ont été utilisés. Les plus couramment recommandés sont le chlorure de mercure (sublimé) à 0,1 p. 100 pendant une demi-heure; et divers composés mercuriels (Uspulun, Germisan) à 0,25 p. 100 pendant une demi-heure. L'eau oxygénée à 3 p. 100 pendant une heure et demie.

Certains auteurs (Gloyer, Wollenweber, 1935) recommandent spécialement le traitement suivant :

1° Lavage préalable d'une demi-heure dans de l'eau à 38°;

2° Après égouttage, trempage de trente minutes dans du chlorure de mercure (sublimé) à 0,1 p. 100 et à une température de 37°;

3° Égouttage et lavage à l'eau courante froide. Puis séchage entre des linges à la température ordinaire.

Depuis 1931, nous avons fait à Versailles divers essais concernant la désinfection des graines par le formol. On a mis en comparaison le formol, le bi-chlorure de mercure (sublimé) et un produit commercial à base de composé organique mercuriel. Ces produits nous ont donné des résultats comparables quant à la lutte contre la maladie, et nous avons poursuivi nos essais en utilisant le formol en solution à 0,25 p. 100.

Une étude de l'influence de cette solution sur la faculté germinative des graines en fonction de la durée de trempage (une minute, cinq minutes, vingt minutes, une heure) a montré une légère diminution du pourcentage de germination au delà d'un trempage de cinq minutes. Mais les variations de la faculté germinative des graines non traitées (qui sont peut être dues à des différences de perméabilité ou de maturité des graines) sont assez élevées pour que la perte par le traitement au formol rentre dans le taux de ces variations et n'exige pas de surcroît spécial de semence.

En 1933, 1934 et 1935, un trempage des graines de diverses variétés de Reines-Marguerites dans le formol à 0,25 p. 100 pendant vingt minutes avait entraîné une réduction du nombre de plantes attaquées. Nous donnons ci-après le pourcentage de plantes malades relevé à différentes dates pendant l'été 1935 sur plusieurs variétés; le lot traité figure en caractères gras.

VARIÉTÉS.	NOTATIONS				
	du 30 JUILLET.	du 7 AOÛT.	du 12 AOÛT.	du 10 SEPTEMBRE.	du 25 SEPTEMBRE.
Gitane variée.....	**20**	**20**	**20**	**26**	**33**
Victoria imbriquée, bleu foncé.....	**0**	**0**	**14**	**28**	**28**
Plume d'autruche, rose saumon.....	**25**	**29**	**33**	**45**	**45**
	29	41	58	64	64
Plume d'autruche, carmin brillant.....	**9**	**9**	**45**	**45**	**63**
	0	0	20	40	40
Comète géante, blanche.	**9**	**0**	**26**	**33**	**33**
	15	20	55	65	65
Comète géante, violet foncé.....	**0**	**0**	**0**	**22**	**44**
	16	16	29	54	54
Reine des hâtives.....	**14**	**21**	**35**	**42**	**42**
	10	10	33	33	33
Victoria géante, bleu clair.....	**16**	**16**	**33**	**33**	**50**
	9	18	36	36	36
Victoria géante, cramoisie.....	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	6	6	10	12	12
Imbriquée Victoria, jaune	**9**	**18**	**19**	**27**	**28**
	14	19	33	47	47
Chine simple, variée...	**0**	**3,5**	**7**	**14**	**17**
	6	6	6	12	12

Ce tableau montre qu'il y a moins de plantes malades dans le lot traité jusqu'au 12 août; il y a même un certain nombre de variétés où toutes les plantes sont saines dans le lot traité. Mais, à partir de cette date, qui correspond à un abaissement marqué de la température se poursuivant pendant quelques jours, presque tous les lots traités présentent des plantes malades. La désinfection des graines est donc insuffisante pour protéger des Reines-Marguerites qui sont repiquées en terrain non désinfecté.

Modification des conditions de milieu. — Les observations concernant différentes conditions de milieu ont entraîné la recherche d'un moyen de lutte dans la modification de ces conditions.

Des apports de chaux dans le sol sont conseillés par divers auteurs; mais les résultats semblent sujets à caution dans bien des cas, et à la suite d'essais effectués en Afrique du Sud, Wager (1932), signale que l'acuité de la maladie ne fut pas visiblement influencée par l'emploi de chaux agricole jusqu'à 12.000 kilogrammes à l'hectare avec un *p*H initial de 7,1. Cet auteur reconnaît cependant, à la suite de cultures dans des sols de *p*H divers, que le flétrissement augmente quand l'acidité croît, tandis que l'alcalinité diminue l'importance de la maladie.

Les variations des effets dus à l'apport de chaux pourraient donc s'expliquer par les différences du *p*H initial des sols où l'application était faite, et l'efficacité n'existerait alors que dans le cas de sols acides.

L'humidité du sol est l'une des conditions rapportées comme favorables à la maladie et nos observations dans des plantations de Seine-et-Oise attaquées par le *Fusarium* nous avaient amenés à constater une prédominance de la maladie dans les parties creuses ou mal drainées du terrain.

Cette année, nous avons fait une plantation de diverses variétés de Reines-Marguerites; les plantes étant disposées alternativement sur un à-dos et dans une rigole. Des observations suivies ne nous ont pas permis de constater de différence entre les deux lots dans le nombre de plantes malades, ni dans les époques d'apparition de la maladie. Il semble donc que la maladie évolue surtout en fonction des conditions climatériques favorables au développement du champignon.

Sélection des variétés. — Des considérations précédemment exposées, il résulte donc que le moyen actuellement le plus efficace pour le maintien de la culture des Reines-Marguerites est l'emploi des variétés résistantes.

D'après nos essais, la variété *Los Angeles* peut être considérée comme très résistante en France. Il résulte aussi que, parmi les variétés commerciales telles que *Victoria géante* cramoisie, *Comète géante*, *Victoria imbriquée*, il existe suffisamment de plantes saines pour pouvoir espérer obtenir des lignées résistantes, comme l'ont fait Jones et Riker à la Station expérimentale de Wisconsin.

Parmi leurs sélections, on pourrait d'ailleurs adopter celles qui correspondent aux préférences de la clientèle française en tant que coloration, port des plantes et développement. Ces lignées résistantes assurent la possibilité du maintien de la culture des Reines-Marguerites au moins en ce qui concerne les variétés tardives. On est moins avancé pour les variétés hâtives, sur la sélection desquelles devrait porter, en premier lieu, l'effort des horticulteurs français.

CONCLUSIONS.

Le flétrissement ou wilt des Reines-Marguerites est une maladie très répandue et très grave dans les cultures françaises. Elle est due au *Fusarium Callistephi*, et très rarement au *Verticillium Dahliae;* elle se manifeste surtout pendant les années chaudes, par le flétrissement rapide des plantes, en juillet et août, à peu près au moment de la floraison. Les diverses variétés ou lignées ont une sensibilité très variable; certaines sont très résistantes ou à peu près immunes; c'est le cas en particulier des diverses variétés d'origine américaine (Los Angeles) et des variétés à fleurs simples dites *Reines-Marguerites de Chine; l'utilisation des variétés résistantes connues en Amérique et la recherche de lignées résistantes parmi les variétés françaises paraissent être les seuls procédés actuellement pratiques.*

Les autres systèmes essayés tels que la désinfection des graines et du sol, l'emploi de produits anticryptogamiques sur les plantes en végétation, sont d'un emploi difficile ou n'ont pas donné de résultats suffisamment certains pour être conseillés actuellement aux praticiens.

BIBLIOGRAPHIE.

1896. Galloway (B. T.). — Disease of China Asters. (*Amer. Gard.* 7-518.)

1899. Woods (A. F.). — The aster disease. (*Gardening*, Chicago 7-277.)

1900. Britton (W. F.). — The stem rot disease. (*Connecticut Stat. Ann. Rept.*, 236-238.)

1906. Gueguen (M. F.). — *Acrostalagmus Vilmorinii* n. sp. Mucorinée produisant une maladie à sclérotes du collet des Reines-Marguerites. (*Bull. trimestriel de la Soc. Myc. de France*, XXII, pl. XVI, 254-264.)

1910. Osterwalder. — Die Fusarien — Krankheit bei Astern. (*Jahresb. d. Schweizen Vers. Anst. für Obst-Wein-Gartenbau* in Wädenswil. XXIV, p. 246.)

1918. Beach (W. S.). — The *Fusarium* wilt of China Aster. (*Michigan Acad. Sc. Rept.*, 20 p. 281-308.)

1924. Gloyer (W. D.). — Fungous diseases of the China Aster. (Abst. *Phytopath.* 14, 64.)

Laubert (R.). — Die Welkekrankheit der Astern. (*Gartenwelt* XXVIII, 40, p. 463-464, 1 fig.)

Naumann (A.). — Eine Welkekrankheit der Sommeraster. (*Callistephus sinensis*) [*Die Kranke Pflanze*, I, 7, p. 137-138, 7 fig.]

Rabbas. — Das Braunwerden der Herbstastern. (*Deutsche Obst. und Gemüse bauzeit*, LXX, 46, p. 548-549.)

Westerdijk (J.) und Van Luijk (A.). — Uber einige Gefässkrankheiten (*Meded. Phytopath. Lab. Willie Commelin Scholten Baarn*, 8, 48-50.)

1925. Martin (G.-H.). — Diseases of forest and shade trees, ornamental and miscellaneous plants in the United States in 1925. (*Plant disease Reporter*, supplement, 50, p. 413-478, 1 map.)

Smolak. — [Report on the activity of the Phytopathological station at the high School of Pomiculture ,viticulture and horticulture at Melnik for the year 1923-1924] (*Ochrana Rostlin,* V. 3, p. 41-46, 1 fig, 1 map.)

Weiss (F.). — Diseases of the China Aster. (*Amer. Florists* 64 : 269-270.)

1926. Drayton (F. L.). — Diseases of ornamental plants. (*Rept. Dominion Botanist* for the year 1925, Div. of Botany, Canada Dept. of Agric., p. 7-9.)

1926. Gante (T.). — Untersuchungen über Welkekrankheiten der Sommeraster. (*Zeitschr. für Pflanzenkrankh.* XXXVI, 3-4, p. 72-79.)

Nicholls (H. M.). — Annual Report of the Government microbiologist. (Tasmania Agric. and Stock Dept. Rept. for 1924-1925, p. 4.)

Schenk (P. J.). — The fungus *Fusarium.* (*Floralia,* XLVII, 39, p. 615, 2 fig.)

1927. Gram (E.) and Thomsen (M.). — Survey of the diseases of agricultural and horticultural cultivated plants in 1925. (*Tidsskr. for Planteavl,* XXXIII, I, p. 88-148, 6 fig., 1 map.)

Jackson (A. B.). — The Fusarium wilt of China Asters. (*Scient. Agr.* VII, 7, p. 233-247, 3 pl.)

Anonyme. — Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1925. (*Mitt. Biol. Reichsanst. für Land-und Forstwirtsch.* 32, 158 p., 3 graph., 15 maps)

1928. Jones (L. R.) and Riker (Regina). — Studies upon the *Fusarium* wiilt of China Aster. (Abst. in *Phytopathology,* XVIII, I, p. 150.)

1929. Jones (L. R.) and Riker (R. S.). — Progress with the control of Aster wilt and yellows, (Abst. *Phytopath.* 19 : 101.)

Kunkel (L. O.). — Wilt-resistant Asters. (Abstr. *Phytopath.* 19 : 100-101.)

Weiss (F.). — Research revives hope for Asters. (*Florists' Rev.,* 63, 27-30.)

Wollenweber. — Die Wirtelpilz-Welkekrankheit (Verticilliose) von Ulme, Ahorn, und Lind. (*Arb. a. d. Biol. Reichsanstalt f. Land u. Forst.,* 17, 286-291.)

1930. Gregory (C. T.). — Aster's enemies, how to save your plants. (*Nature Mag. Washington,* 16, 182-183, n° 3.)

Heald (F. D.). — Division of Plant Pathology. (14 th Ann. Rept. Washington Agric. Exp. Stat. for the fiscal year ended June 30.)

Jones (L. R.) and Riker (Regina). — Further progress with the control of Aster wilt (*Fusarium conglutinans callistephi*) and yellows (virus) [*Phytopath.* 20 (1) 129].

Ogilvie (L.). — Observations on the diseases of market-garden crops in the Vale of Evesham. (*Ann. Rept. Agric. and Hortic. Res. St. Long Ashton,* Bristol for 1929, p. 149-154.)

1931. Flachs (K.). — Krankheiten und Parasiten der Zierpflanzen, p. 80. (Stuttgart.)

Gloyer (W .O.). — China Aster seed treatment and storage. (*New-York Geneva Agric. Exper. Stat. Tech. Bull.,* 177, 3 fig. 2 graph.)

Jones (L. R.) and Riker (R. S.). — Wisconsin studies on Aster diseases and their control. (*Agr. Exp. Station at the Univ. of Wisconsin.* Research Bull. III, sept.).

Mac Leod (D. J.). — Aster wilt and Aster yellows investigations in disease resistance. (*Rept. Dominion Botanist for the Year 1930.* Div. of. Botany Canada Dept. of Agric. p. 22-23.)

Petri. — Rassegna diu casi fitopatologici osservati nel 1930. (*Boll. R. Staz. Path. Veg.* N. S. XI, I, p. 1-50.)

White (R. P.). — Diseases of China Asters. (*N. J. Agr. Expt. Stat. Cir.* 232, 4 p. illus.

1932. [Marchal et Foex]. — Rapport phytopathologique pour l'année 1931. (*Annales des Épiphyties*, XVIII, p. 52.)

Pape (H.). — Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen. (Berlin, p. 122-123.)

Wager (V. A.). — Aster wilt in South Africa. (*S. African Journ. of Science*, XXIX, p. 301-312.)

1933. Jones (L. R.) and Riker (R. S.). — Two stem cankers of the China Aster. (Ab. in *Phytopath.* XXIII, I, p. 20.)

Riker (Regina) and Jones (L. R.). — *Fusarium* strains in relation to wilt of China Aster. (Ab. in *Phytopath.* XXIII, I, p. 29-30.)

Voglino (P.). — Ricerche sulla Fusariosi degli Astri della Cina. (*Annali della R. Accademia di Agricoltura di Torino*, vol. LXXV, 22 p. 2 pl. 8 fig.)

1934. Jermiess. — Bekämpfung von Asternkrankheiten. (*Ratschläge für Haus, Garten, Feld*, IX, 6, p. 107-108.)

Ogilvie and Mulligan (B. O.). — The *Fusarium* wilt of China Asters in England. (*Gard. Chron.* XLV., 2466, p. 215-216, 3 fig.)

Walter (Marta). — Eine gefährliche Asternkrankheit. (*Ratschlage für Haus, Garten, Feld*, IX, 10, p. 173-174, 1 fig.)

1935. Guterman (C. E. F.). — Use of wilt-resistant strains of Asters, effective disease control. (*Florists' Review*, vol. 76, n° 1915, p. 9-10.)

Riker (R. S.). and Jones (L. R.). — *Fusarium* strains in relation to wilt of China Aster (*Phytopath.*, XXV, 733-747, n° 8).

Storck (A.). — Ein Anbauversuch zur Welkekrankheit des Sommerastern. (*Blumen u. Pfl. Bau.*, ver. Gartenwelt XXXIX, 7, p. 83, 8, p. 93-94.)

Wollenweber (H. W.) und Reinking (O. A.). — Die Fusarien, ihre Beschreibung Schadwirkung und Bekämpfungt, (Berlin, p. 110 et 157.)

LA LUTTE CONTRE LE VER DES POMMES

DANS LE PUY-DE-DÔME

par H. Soulié,

Chef de travaux à la Station d'amélioration des plantes de grande culture
et d'avertissements agricoles du Massif Central.

INTRODUCTION.

De tous les insectes nuisibles s'attaquant aux arbres fruitiers, pommiers et poiriers, le Carpocapse (*Cydia* [*Carpocapsa*] *pomonella* L. = *Laspeyresia pomonella* Ken) est celui qui, dans nos régions, cause le plus de dégâts aux fruits.

Ce petit papillon, probablement originaire du bassin méditerranéen, s'est propagé à travers le monde dans toutes les contrées où se pratique la culture du pommier.

Mentionné en Europe quelques siècles avant notre ère par Théophraste et Caton l'Ancien, il est décrit pour la première fois en 1635 par Godeart, sous le nom de *Metamorphosis naturalis* (Sorauer [50]). Il fait son apparition vers le milieu du xvii[e] siècle aux États-Unis sur la côte Nord-Atlantique, s'étend rapidement et d'après Essig (Boyce [10]) est constaté en 1873 en Californie. Devant une extension toujours plus accentuée, les producteurs de pommes se sont émus et, aidés par les Stations expérimentales des divers États, ont envisagé des moyens de lutte pour enrayer les dégâts causés par ce parasite.

Dès 1914, des essais étendus ont été entrepris dans ce but; en 1917, Ralph Cooper (12) annonce que «le temps est arrivé où les traitements peuvent être considérés comme un travail régulier dans les vergers».

Les Stations expérimentales, par une étude très approfondie de la biologie du Carpocapse, ont déterminé l'influence des facteurs climatiques, pluie et température, sur son développement, et mis au point un service d'avertissements qui donne pleinement satisfaction aux pomiculteurs.

En France, les premiers essais méthodiques ont été entrepris en 1917 par Marchal (31-32). Depuis, de nombreux collaborateurs du Service des recherches agronomiques : Paillot (36), Trouvelot, Willaume (56), et du Service de la défense des végétaux : Poutiers et Genieys (40) ont mis au point et vulgarisé, en tenant compte des résultats obtenus en Amérique, des méthodes de lutte basées sur le principe des traitements d'assurance. Mais il importe, pour lutter avec succès contre le Ver des pommes, de tenir compte dans l'application des traite-

ments du cycle d'évolution du parasite qui, chaque année, est grandement influencé par les facteurs climatiques.

C'est dans ce sens que se sont orientées, en Anjou, dès 1934, les recherches de Moreau et Vinet (34) et, depuis 1932, celles du Centre de recherches agronomiques de Clermont-Ferrand, pour la région du Massif-Central.

En 1934, M. Schad (45), Directeur de la Station d'amélioration des plantes et d'avertissements agricoles du Centre de Clermont-Ferrand, dans une communication à la Chambre régionale d'agriculture de Lyon, a montré la possibilité et l'utilité des avertissements dans la lutte contre le Carpocapse pour toutes les régions fruitières. Les Stations d'avertissements doivent envisager la lutte rationnelle contre les parasites des arbres fruitiers comme pour les parasites de la vigne.

Nous exprimons personnellement à M. Schad toute notre gratitude pour les directives et les conseils judicieux qu'il nous a donnés au cours de nos recherches.

Nos remerciements vont également à M. Cairaschi, préparateur, pour l'aide précieuse qu'il nous a apportée dans les nombreuses observations effectuées dans les vergers, ainsi qu'aux observateurs de nos postes d'élevage pour leur efficace collaboration. Nous remercions également la Chambre d'Agriculture et l'Union des producteurs de pommes du département du Puy-de-Dôme pour l'encouragement et l'appui moral qu'elles nous ont apportés dans nos travaux.

L'étude suivante a pour but de montrer les résultats obtenus dans la lutte contre ce parasite par l'application des traitements en fonction du cycle d'évolution annuel du Carpocapse.

*
* *

BIOLOGIE DU PARASITE

EN RAPPORT AVEC LES FACTEURS CLIMATIQUES : TEMPÉRATURE ET HUMIDITÉ.

Le Carpocapse hiverne à l'état de larve dans un cocon soyeux, finement tissé sous les écorces et dans les anfractuosités des arbres ou dans les fruitiers et abris divers. La répartition des cocons sur l'arbre se fait sur toute la surface du tronc et des grosses branches, sans préférence marquée pour une orientation donnée. Expérimentalement, ce fait a été confirmé dans nos cloches d'observation où les chenilles se répartissent également dans tous les secteurs.

Les hivers doux favorisent l'intensité du vol au printemps en permettant la conservation d'un plus grand nombre de larves.

Les expériences de Gueylard et Portier (25), concernant la résistance au froid des chenilles hivernantes, montrent que celles-ci peuvent subir des congélations répétées et même des passages brusques de — 15° C. à + 30° C. sans subir aucune altération.

Les hivers très rudes tuent une forte proportion de chenilles (Sherman III[49]). D'après Newcomer et Whitcomb, cités par Webster (55), les pourcentages de mor-

talité relevés à différentes températures en-dessous de zéro durant l'hiver 1919 aux environs de Washington, sont les suivants : à — 30° C. et au-dessous, toutes les larves se trouvant au-dessus de la neige sont tuées; de — 28° C. à — 30° C., 80 à 90 p. 100 de larves sont détruites; de — 26° C. à — 28° C., 70 à 80 p. 100 de larves sont détruites; de — 21° C. à — 22° C., 4 p. 100 seulement sont détruites.

Au printemps, la chenille se chrysalide; la durée de chrysalidation varie suivant les conditions climatiques.

Dans le Nébraska (États-Unis), Ralph Cooper (12) signale que la transformation se fait lorsque les Pommiers sont en pleine floraison et que les papillons apparaissent trois semaines après la chute des pétales. Siégler et Simanton (46) dans l'État de Washington, Sorauer (50) en Allemagne, Balachowsky et Viennot Bourgin (5) pour la région parisienne, observent une durée de chrysalidation de 20 à 30 jours. Dans le Puy-de-Dôme, en nos cages d'élevage et dans la nature, en 1935, les premières chrysalidations ont été observées dès les 25 et 30 avril (stade bouton rose), pour donner 30 à 33 jours plus tard les premiers papillons (15 jours après la floraison).

L'apparition du Carpocapse est soumise aux facteurs climatiques : si les températures sont basses, la sortie du papillon est retardée; si elles sont élevées, le vol est précoce. En 1934, aux États-Unis, dans la vallée de Weneatchee, Webster (54) signale une sortie très précoce des papillons due à un hiver très doux à température moyenne bien au-dessus de la normale; le premier vol débute dès le mois d'avril, alors que durant les neuf années précédentes celui-ci ne se manifestait que courant mai. De même, à Clermont-Ferrand, nous avons pu constater cette influence de la température durant les années 1934 et 1935. En 1934, année caractérisée par sa sécheresse, les premiers Carpocapses apparaissent au 11 mai, alors que la moyenne de température est de 15° environ; en 1935, celle-ci ne se réalise que fin mai, période correspondante au début du premier vol.

Si les conditions de température sont favorables, l'accouplement et la ponte sont facilités; si, au contraire, elles sont défavorables, l'importance de la première génération de larves est réduite considérablement car les œufs sont alors pondus en nombre limité ou peuvent ne pas être déposés (Webster [55]). La ponte commence deux jours après l'apparition des papillons, selon Uvarov (52); quatre jours après, selon Webster (54), Faes (21), Sherman III (49), si la température au crépuscule est supérieure à 16°.

La femelle pond de 30 à 80 œufs; ceux-ci sont déposés isolément soit sur les feuilles, soit sur les fruits.

Les papillons vivent de 12 à 15 jours.

La durée d'incubation des œufs, suivant la température, varie de 7 à 10 jours. Les jeunes chenilles, à leur naissance, errent quelque temps à la surface des feuilles et des fruits avant de pénétrer dans ces derniers.

Sorauer (50), rapporte que les jeunes larves restent une huitaine de jours sur la corolle et s'en nourrissent; Pussard (41), déclare avoir trouvé en juillet une chenille de Carpocapse vivant en mineuse dans une jeune pousse de Poirier et,

après l'avoir élevée uniquement avec des jeunes tiges, a obtenu un adulte en août. D'après les observations de Sherman III (49), la chenille pénètre dans le fruit de préférence quand les températures sont relativement hautes, 21° environ; durant les années 1930-1931, dans le Michigan, où celles-ci se sont toujours maintenues nuit et jour au-dessus de 20°, la ponte et l'éclosion, ainsi que la pénétration dans le fruit, ont été favorisées. Cette dernière se fait dans une proportion de 80 p. 100 par l'œil; dans les autres cas, elle a lieu au point de contact de deux fruits, d'une feuille et d'un fruit, d'une branche et d'un fruit. Felt, en 1916 en examinant les dégâts causés par le Carpocapse sur les pommes, constate que les larves naissant après la fermeture du calice pénètrent par n'importe quel point (Uvarov [50]); Moreau et Vinet (35), et nous-mêmes, avons noté que cette pénétration se fait par toute la surface du fruit.

La larve vit en mineuse pendant quelques jours sous la peau du fruit avant de s'enfoncer en direction des pépins qu'elle vide ensuite de leur contenu (Woodworth [57]). D'après Sorauer (50), la pulpe de la pomme n'est consommée qu'accidentellement, la chenille se nourissant de préférence des pépins. Extérieurement, sa présence se manifeste par un amas de déjections brunâtres se trouvant à l'orifice de la galerie.

Le développement complet de la larve de première génération demande de trois semaines à un mois (Siégler et Simanton [46], Balachowsky et Mesnil [4]). Elle peut s'attaquer à plusieurs fruits durant cette période. Le fruit contaminé tombe prématurément à la surface du sol, la chenille le quitte pour aller tisser son cocon et se chrysalider sous les débris se trouvant à terre ou sous les écorces des arbres. Brooks et Blakeslee (11) ont constaté que 41,49 p. 100 des larves tombent sur le sol pour remonter sur l'arbre et que 58,51 p. 100 quittent le fruit et descendent le long des branches pour se chrysalider. La construction du cocon demande six jours environ et la durée de chrysalidation est de quinze jours dans l'Est des États-Unis (Siégler et Simanton [46]), de dix à quinze jours dans la région parisienne (Balachowsky et Mesnil [4]), et celle du Massif Central. Les chrysalides des larves de première génération se trouvent principalement sous les écorces des arbres; il nous a été donné d'observer des enveloppes nymphales à demi sorties de petites pommes ratatinées et sèches, tombées dans les vergers; les pommes étaient complètement évidées intérieurement.

Toutes les larves de première génération ne se chrysalident pas, il semble qu'une très forte proportion de chenilles, en quittant le fruit, tissent leur cocon hivernal et se mettent en diapause jusqu'au printemps suivant.

Siégler et Simanton (46), en 1913 et 1914, dans la région de Washington, n'obtinrent qu'une deuxième génération partielle évaluée à 1 et 2 p. 100; Bovey (9), en 1934, dans le Valais, constate à Charrat 7 p. 100 et à Saxon de 8 à 9 p. 100; Balachowsky et Viennot Bourgin (5), en 1935, trouvent un pourcentage de 1 environ. Dans nos élevages, sur 396 larves, 21 seulement donnent des papillons après chrysalidation, soit 5 p. 100 environ. Il y a donc eu une génération partielle qui, quoiqu'assez faible numériquement, a été la plus importante par les dégâts qu'elle a occasionnés. Nous avons pu observer, le 7 août,

à neuf heures du matin, un accouplement de papillons; celui-ci datait probablement de la veille où la température s'était maintenue jusqu'à minuit au-dessus de 15°. L'accouplement dura jusqu'au 7 au soir et vingt-quatre heures après la ponte commençait pour se poursuivre jusqu'au 9 août au soir; la température crépusculaire observée était de 23° environ. Les œufs étaient déposés isolément et au bout de cinq jours la tête noire des jeunes chenilles apparaissait; les premières éclosions ont eu lieu le 15 août. L'incubation demanda donc sept jours à une moyenne de température de 19°5 (fig. 1). Le 16 août, les jeunes larves avaient pénétré en majorité dans le fruit. Après une période de repos de huit jours, la femelle déposa à nouveau quinze œufs; la durée d'incubation fut la même, mais 60 p. 100 seulement donnèrent des larves.

La croissance des chenilles provenant d'une même ponte est assez régulière; au bout d'un mois, elles mesurent de 12 à 15 millimètres et leur développement complet, considéré comme terminé au moment où elles quittent le fruit, se fait en quarante-cinq jours. Siegler et Simanton (46) ont observé une période d'alimentation de quarante-six jours pour les larves de deuxième génération.

Le comptage régulier des larves capturées sous les bandes-pièges posées au début du mois d'août nous renseigne sur la montée et la descente des chenilles; celle-ci se fait durant tout le courant d'août et septembre et se termine à la récolte des pommes, au début d'octobre, avec des maxima de captures les 23 août, 4 et 7 septembre (fig. 2).

Notons que dans les prés-vergers, lorsque sous les arbres l'herbe est grande, très peu de larves cherchent refuge sous les bandes-pièges malgré l'abondance des pommes tombées; au contraire, lorsque l'herbage est maigre, du fait de la sécheresse ou pour toute autre cause, les prises sont nombreuses.

Le temps nécessaire au cycle d'évolution : éclosion des œufs, développement des larves et transformation en papillon, est nettement fonction de la température et de l'humidité.

En 1930, Marchal (31) indique que «le climat influe sur le nombre de générations annuelles du Carpocapse. Il importerait de faire à cet égard des nouvelles recherches destinées à mieux préciser le cycle annuel de l'espèce dans les différentes régions de France».

D'après Shelford, cité par Harry Smith (48), l'optimum vital pour le développement du Carpocapse est de 24° avec 70 p. 100 d'humidité relative; les limites vitales seraient de 8° à 39° pour la température et de 15 à 100 p. 100 pour l'état hygrométrique (fig. 3).

Balachowsky et Viennot Bourgin (5) ont obtenu une chrysalidation de dix à douze jours au printemps à une température de 25° avec 55 p. 100 d'humidité relative, alors que dans la nature la durée du stade nymphal est double; Headlee, dans ses expériences, a trouvé que le développement des chrysalides de Carpocapse demandait huit jours de moins à une température constante de 17°22 que sous une fluctuation diurne variant de 10° à 24°44 (Uvarov [52]). Le «zéro de développement», pour *Laspeyresia pomonella*, est de 10°. Le produit de la température effective par la durée de développement donne la constante thermale

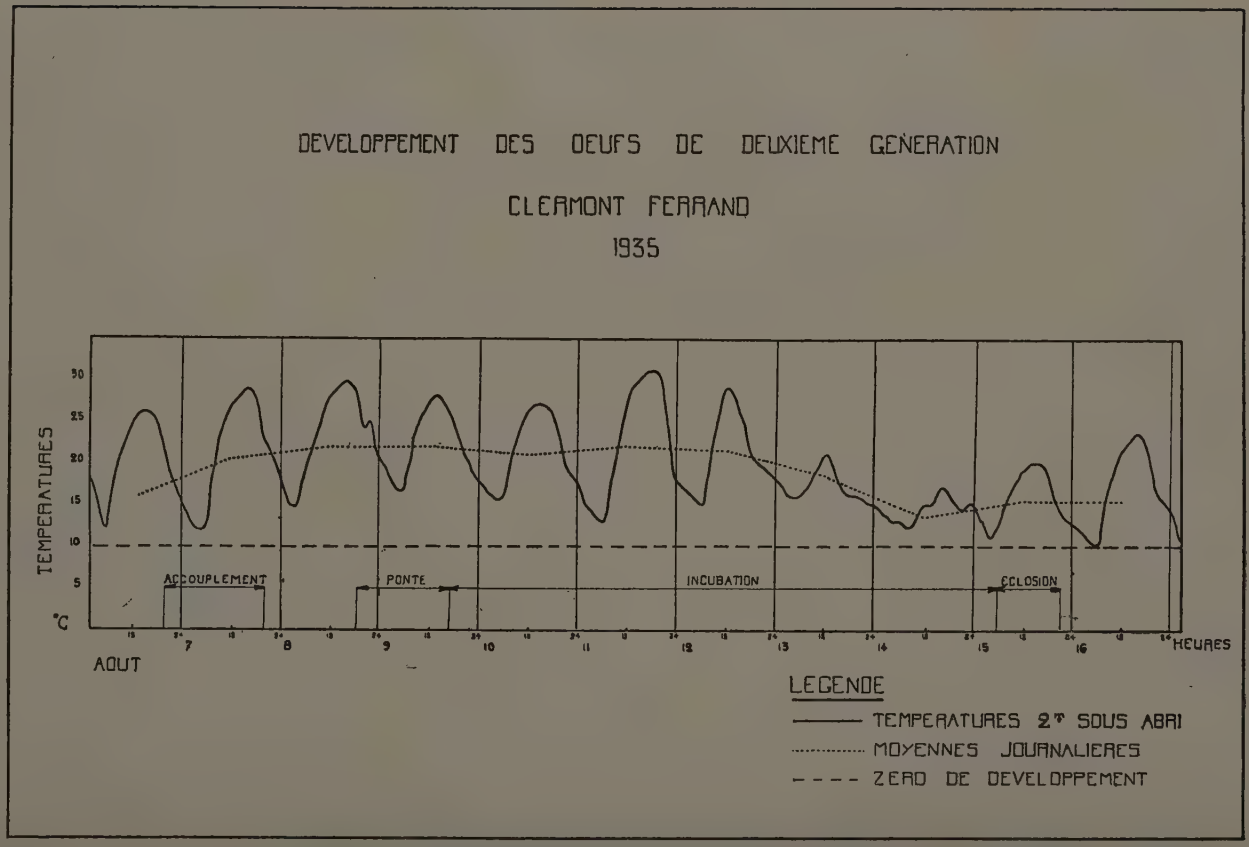


Fig. 1. — Reproduction d'une bande de thermomètre enregistreur pour la période du 7 au 16 août 1935 montrant dans quelles conditions de température se sont effectuées la ponte, l'incubation et l'éclosion des œufs de deuxième génération.

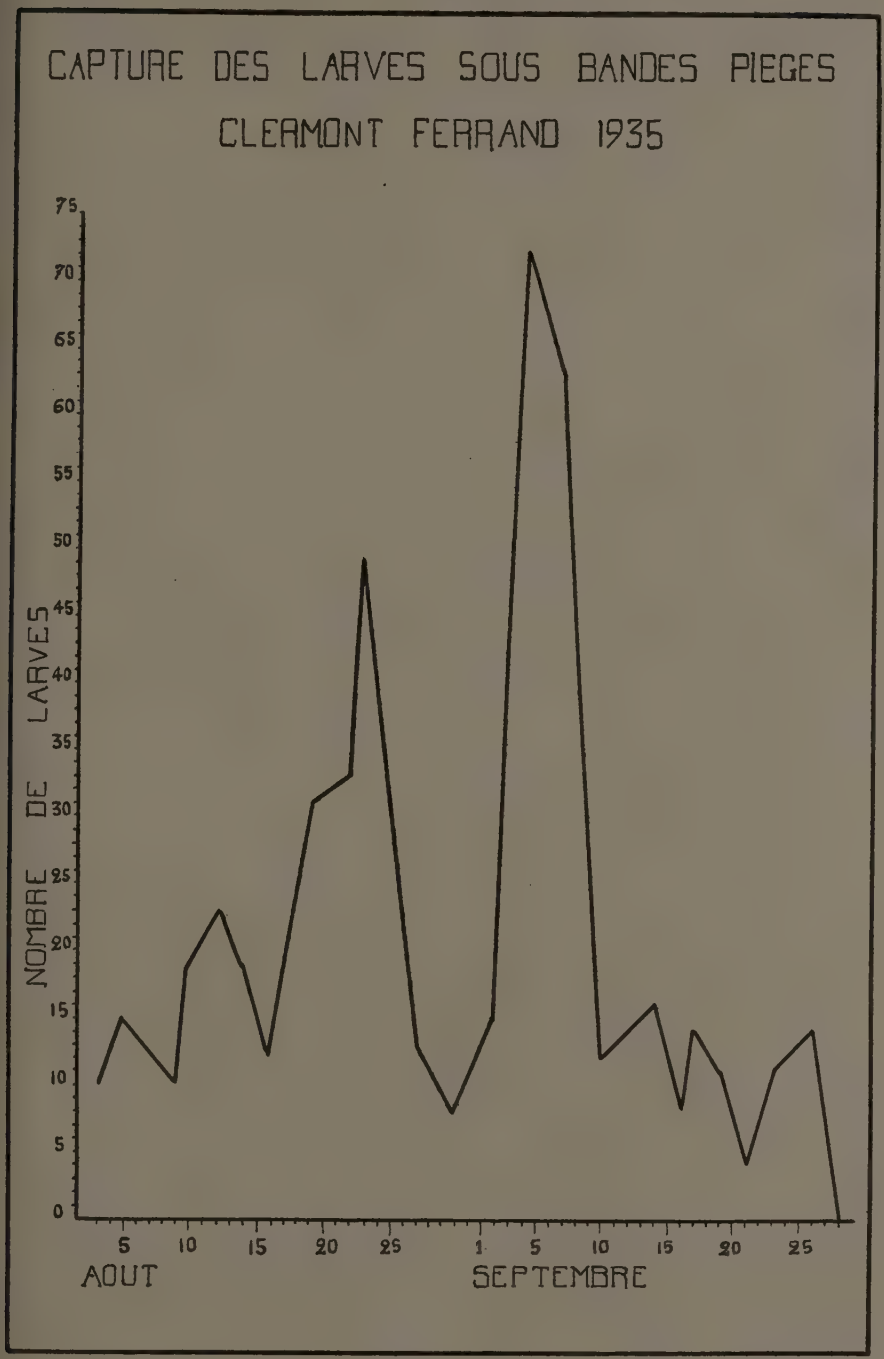


Fig. 2. — Courbe présentant des maxima très accusés au 24 août, 4 et 7 septembre, correspondant à la fin de développement de la majorité des larves de deuxième génération.

qui, d'après Shelford, serait de 625°. A Clermont-Ferrand, cette constante a été vérifiée, il a été trouvé 630°. « La somme de chaleur effective réalisée au cours de l'année permet à l'insecte d'évoluer en une ou plusieurs générations qui se succèdent d'avril-mai à septembre-octobre » (Bovey [9]).

En Californie, Woodworth (57) relève deux générations complètes et une troisième partielle; Ralph Cooper (12) indique que dans le Nébraska, en 1914, année remarquable par ses hautes températures, il y eut trois générations au lieu de deux; Siegler et Simanton (46), Brooks et Blakeslee (11) signalent une génération complète et une deuxième partielle dans l'État de Washington. En Suisse, d'après Faes (21), Bovey (9), le Carpocapse n'a qu'une génération, mais, en certaines contrées chaudes et en années particulièrement favorables, une deuxième génération partielle peut apparaître.

En France, Paillot (36), pour la région lyonnaise, parle de trois générations dont la dernière aurait son évolution au fruitier; une quatrième partielle peut être observée dans les régions favorisées par le climat. Verguin (53), pour la même contrée, signale deux et, dans certains cas, trois générations. D'après les observations de Moreau et Vinet (34) en 1934, deux générations ont évolué dans l'Anjou. « En France, tout au moins dans la zone tempérée, il est probable qu'il n'y a jamais plus de deux générations, mais, dans les régions méridionales, il peut y avoir, *a priori*, une troisième génération (Balachowsky et Mesnil [4]) ».

Les recherches effectuées en 1934 et 1935 par Balachowsky et Viennot Bourgin (5) montrent « que le Carpocapse ne présente qu'une seule génération par an dans la région parisienne, la deuxième génération pouvant être pratiquement considérée comme négligeable. Ce que l'on désigne généralement sous le nom de première, deuxième, troisième génération, ne correspond en réalité qu'aux sorties échelonnées d'une seule et même lignée ».

Dans le Puy-de-Dôme, depuis 1932, il n'a été constaté que deux générations : la première débutant courant mai; la deuxième, partielle, courant août; les vols s'échelonnent sur plusieurs mois avec des maxima très nets : en 1934, le 15 mai pour le premier vol et le 4 août pour le deuxième; en 1935, le 29 mai pour le premier et les 2 et 9 août pour le deuxième (fig. 4 et 5).

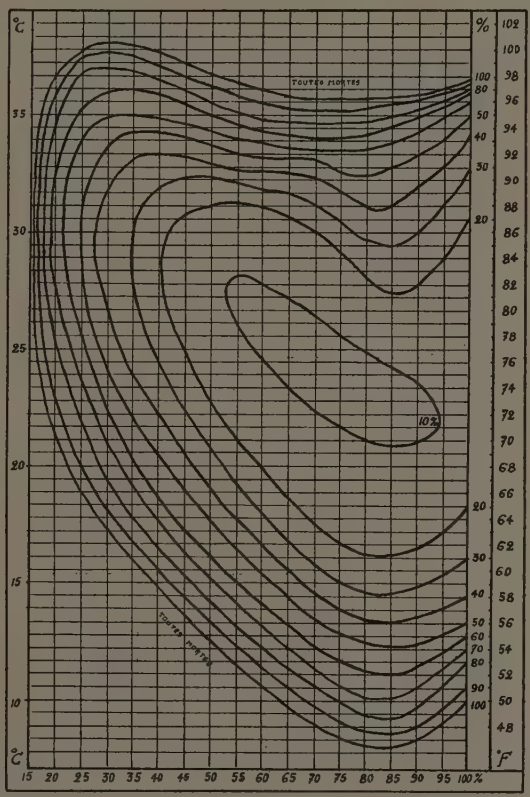
Dans l'Anjou, en 1934, les vols ont été continus du 13 mai au 1er septembre avec un ralentissement courant juin semblant marquer la transition entre la première et la deuxième génération (Moreau et Vinet [35]).

En Suisse, les vols du Carpocapse s'échelonnent de fin mai à début septembre (Bovey [9]).

Aux États-Unis, dans l'État du Delaware, la sortie des papillons pendant la période 1930-1934 se poursuit durant le mois de mai et la presque totalité de juin pour la première génération, avec, pour ces cinq années, des maxima les 20 et 21 mai.

Il résulte de toutes ces observations que le nombre de générations annuelles est fonction du milieu et des conditions climatiques de l'année.

COURBES D'EGALE MORTALITE
POUR LES LARVES DE CARPOCAPSE
A DIFFERENTES COMBINAISONS DE TEMPERATURE ET D'HUMIDITE



D'APRES SHELFORD 1927

Fig. 3.

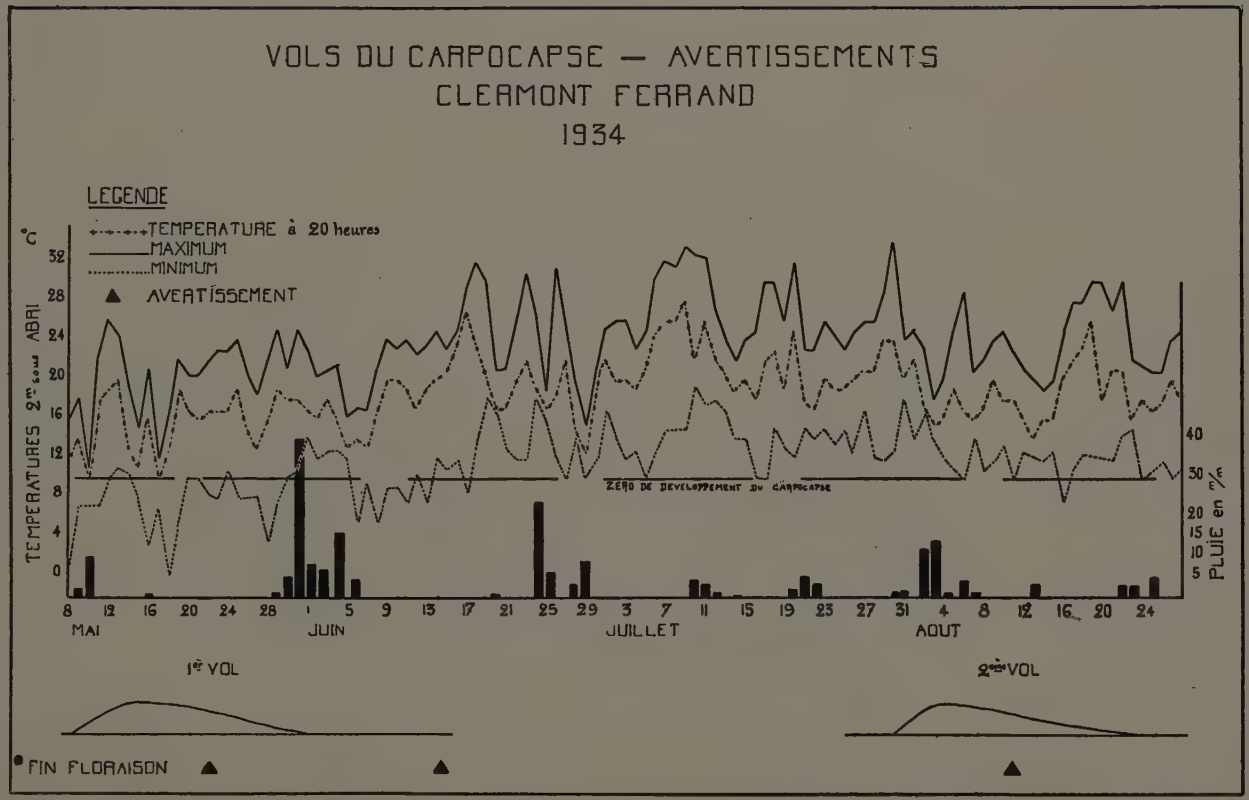


FIG. 4. — Le premier vol se manifeste dès le 8 mai avec un maximum le 14 mai, correspondant à un sensible relèvement de température. Deux avertissements sont indiqués : le premier, au 22 mai, huit jours après le maximum de vol; le deuxième, trois semaines après le premier. Le deuxième vol a lieu fin juillet-début août, avec un maximum au 4 août; un avertissement est donné le 11 août.

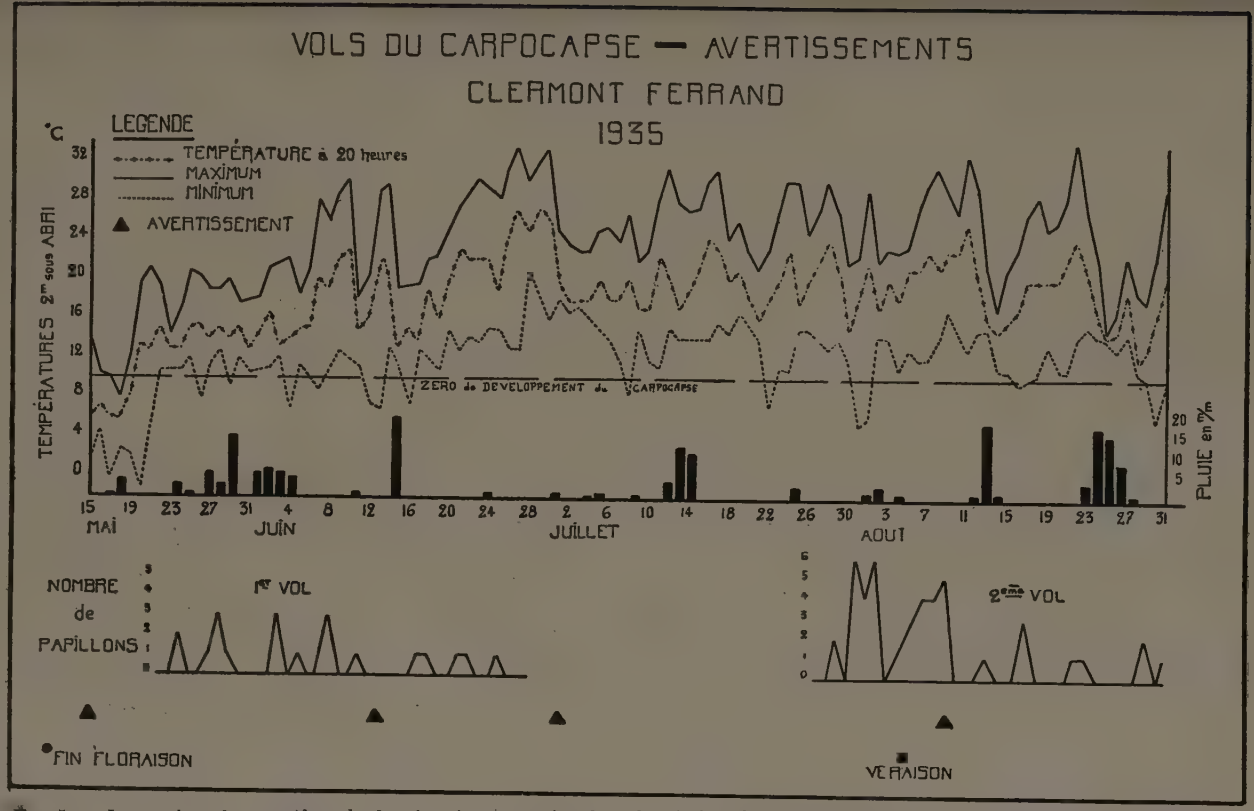


Fig. 5. — Le premier vol se manifeste dès le 24 mai, avec maxima les 28 mai, 3 et 8 juin, correspondant à un fort relèvement de température. Outre le traitement fin floraison (15 mai), deux traitements sont indiqués : le premier, au 13 juin, après le maximum du vol; le deuxième, au 1er juillet. Le deuxième vol débute fin juillet et se poursuit courant août avec des maxima les 31 juillet, 2 et 9 août; un avertissement est indiqué le 9 août.

PHASES CRITIQUES DU PARASITE.

L'étude de la biologie du Carpocapse montre que l'insecte a dans son cycle évolutif deux stades pendant lesquels on peut lutter efficacement : les œufs et les larves.

Les insecticides de contact sont à employer pendant toute la durée d'incubation de l'œuf qui est de sept à dix jours. Les produits à répandre au cours de la ponte doivent être très mouillants afin d'obtenir un enrobement parfait et un maximum d'efficacité.

Contre la larve, les insecticides de contact sont d'un emploi rendu difficile par le fait qu'entre l'éclosion de la jeune chenille et sa pénétration dans le fruit il s'écoule un temps très court; de plus, la ponte étant échelonnée, l'éclosion l'est également et il est matériellement et économiquement impossible de répéter les traitements à une cadence suffisamment rapide pour assurer la destruction des larves dès leur naissance : c'est pourquoi les insecticides d'ingestion sont employés préventivement en traitements de couverture avant la pénétration des larves dans les fruits.

Il est facile d'atteindre et de détruire dans une assez forte proportion les larves des première et deuxième générations par la pose de bandes-pièges autour des arbres.

Les traitements d'hiver à base d'huile d'anthracène ont une action insectifuge marquée : après les pulvérisations, nombreuses sont les larves qui quittent leur cocon. D'après Paillot (37), les huiles déphénolées seraient sans action sur les chenilles de Carpocapse.

Les insecticides d'ingestion sont sans effet sur les papillons puisqu'ils ne se nourrissent pas.

Les pièges-appâts et les pièges lumineux peuvent être envisagés, mais sont d'une efficacité insuffisante. Herms, en 1929, a montré, par d'intéressantes expériences, qu'en général les papillons crépusculaires ne sont actifs qu'en l'absence de lumière. L'éclairage des pommiers au moyen de lampes électriques de 500 watts, durant toute la période de vol, a sensiblement diminué le degré d'attaque des pommes (Uvarov [52]).

En Californie, depuis quelques années, des essais se poursuivent en vue de la destruction des papillons de Carpocapse par l'emploi des vapeurs de nicotine. Ralph Smith et Ch. Pershing (47) se basent sur le fait que le papillon commence à pondre deux jours après sa sortie et continue durant plusieurs jours : il y a donc possibilité d'effectuer un traitement pour détruire les papillons de la génération de printemps pendant les deux, trois ou quatre jours correspondant à la période d'activité de ponte. La fréquence des traitements à exécuter ne peut être déterminée que par des essais. Si vraiment on pouvait assurer la destruction des papillons par un ou deux traitements appliqués au moment des maxima de vol

des générations de printemps et d'été, le problème de la lutte contre le Carpocapse serait grandement simplifié. Malheureusement, ce procédé nécessite de nombreuses précautions et un matériel spécial (tente et appareil à production de vapeurs de nicotine), la nicotine sous cette forme étant un produit dangereux à manipuler.

MÉTHODES DE LUTTE.

En vue de limiter les dégâts déterminés par le Ver des pommes, les moyens biologiques, physiques, ainsi que les traitements insecticides et insectifuges, ont été essayés tour à tour.

Les méthodes biologiques. — La limitation du développement du Carpocapse par ses ennemis et parasites d'une part, et la sélection des variétés de pommes résistant au ver d'autre part, n'ont pas jusqu'à ce jour donné des résultats vraiment pratiques.

Les parasites du Carpocapse sont nombreux : Thomson en a établi une liste pour la France et Boselli pour l'Italie (Balachowsky et Mesnil [4]).

Aux États-Unis, l'*Ascogaster carpocapsae* apparaît comme un parasite important : dans les vergers abandonnés, le parasitisme peut atteindre jusqu'à 40 p. 100 des larves ; les produits arsenicaux réduisent considérablement ce pourcentage dans les vergers traités d'après les observations de Cox James and Derrill M. Daniel (13). Il ne semble pas jusqu'à présent que l'on puisse compter uniquement sur ce parasite pour obtenir une défense efficace contre le Ver des pommes. Aldrich (1) signale un *Tachinidae* dans un élevage du Carpocapse, l'*Anachaetopsis vagans* qui serait voisin de l'espèce européenne *Anachaetopsis ocypterina*. Brooks et Blakeslee (11) rangent parmi les ennemis du Carpocapse les Fourmis *Solenopis molesta* Say et *Lasius niger* L. var *americana* ainsi que la larve et l'adulte du *Tenebroides corticalis* Melsh. l'*Itoplectis marginatus* et les *Mermis*. Ces mêmes auteurs signalent en outre que des chenilles de Carpocapse, placées dans un même récipient, se dévorent entre elles.

Pussard (41) cite un Tachinaire, *Elodia tragica*, ainsi qu'un Hyménoptère, le *Trichoma enecator* ; de plus, il a constaté, dans la vallée de l'Isère, un fort pourcentage de chenilles atteintes par le Champignon *Beauveria*. Pendant l'hiver 1934-1935, dans les vergers de Clermont-Ferrand, de nombreuses larves probablement atteintes par ce Champignon ont été trouvées momifiées sous les écorces.

Parmi les autres ennemis naturels du Carpocapse, il faut citer les Rats, les Souris et enfin les Oiseaux, tel que le Pivert qui peut arriver à en faire une grosse consommation. Le *Forficula auricularia*, trouvé fréquemment au printemps dans les cocons vides de la chenille, laisse supposer que l'on est en présence d'un autre prédateur de la larve (Pussard [41]). Dans les vergers du Puy-de-Dôme, sous les bandes-pièges, la présence simultanée de Carpocapse et de Forficule a été rarement constatée.

Le parasitisme, quoique pouvant entraver fortement en certains cas le développement du Carpocapse, n'est pas apparu jusqu'ici comme un moyen suffisant ;

c'est pourquoi un certain nombre de pomiculteurs se sont tournés vers des variétés de pommes semblant offrir une certaine résistance aux attaques de ce parasite; celles-ci, peu nombreuses, sont, d'après les observations de Cutright et Morisson (15), de Faès (21) : *Jonathan, King David, Stayman Winesaps, Arkansas.* Parmi les variétés les plus sensibles, il faut citer : *Ben Davis, Cortland, Wolf River, Delicious, Maiden's Blush, Gravenstein, Calville blanc, Reinette du Canada, Reine des Reinettes* et *Transparente de Croncels.*

Cutright et Morisson (15), ont également noté que les variétés à floraison abondante, produisant des fruits de grosseur au-dessus de la moyenne, de peau tendre, de chair demi-acide ou douce, sont généralement sensibles au Carpocapse, à quelques exceptions près.

Les méthodes physiques. — L'écorçage, le ramassage des pommes tombées, le bandage des arbres, les pièges lumineux, ne doivent être considérés que comme compléments des traitements insecticides. Employés seuls, ils ne sont pas suffisamment efficaces pour donner des résultats satisfaisants.

Un écorçage complet du tronc et des grosses branches des pommiers au début de l'hiver, la destruction des écorces et des débris assureront l'élimination des larves hivernantes. L'écorçage réduira au minimum les endroits propices au tissage des cocons et à la chrysalidation et facilitera la pose des bandes-pièges.

Le ramassage et la destruction des pommes véreuses, aussitôt après leur chute sur le sol, sont également à envisager.

L'emploi des bandes-pièges pour la capture des larves est pratique, peu coûteux et donne de bons résultats en permettant de réduire l'importance de la deuxième génération. Celles-ci peuvent être confectionnées à partir de carton ondulé ou de vieux chiffons que l'on applique étroitement autour de l'arbre sur une hauteur de 15 à 20 centimètres; elles sont employées soit sans préparation, soit imprégnées d'un produit chimique attractif et toxique tel que le bêta-naphtol ou l'alpha-naphtylamine. Ce dernier s'est montré supérieur dans les essais effectués au Michigan (Sherman III [49]); il a l'avantage d'attirer les larves par son odeur et de les tuer par la suite; ces résultats ne sont pas concordants avec ceux obtenus en Suisse et en Italie. En Suisse, l'emploi de bandes-pièges imprégnées de bêta-naphtol a donné d'excellents résultats. Signalons également que ces bandes sont utilisées avec succès dans l'Italie du Nord; les meilleurs résultats ont été obtenus par l'emploi de bandes en carton ondulé de 6 centimètres de large, imprégnées de bêta-naphtol qui s'est montré plus attractif que l'alpha-naphtylamine et a tué 98 p. 100 des larves. Les prises moyennes par arbre ont été de 131 larves (Dotti F. [16]).

Dans le cas des bandes non traitées, de fréquents ramassages de larves ou la destruction des pièges sont à recommander. Pour bien montrer que ce moyen de lutte n'est pas à négliger, indiquons que dans un verger où nous poursuivons nos observations, la pose de 15 bandes-pièges en carton ondulé de 20 centimètres de large, nous a permis de capturer 672 larves courant août et septembre, soit une moyenne de 45 prises par arbre.

Les pièges-appâts, ainsi que les pièges lumineux, ne sont pas vraiment efficaces, mais ils sont à recommander pour le contrôle des vols des papillons dans la nature.

Pour les pièges alimentaires, le récipient peut être formé d'un vase en métal émaillé, en verre ou simplement en terre vernissé intérieurement. Il doit avoir une capacité de 1 litre environ et peut être muni à la partie supérieure d'un grillage à mailles suffisamment grandes pour laisser pénétrer les papillons, mais empêcher les gros Insectes ou les Oiseaux de les capturer. Le piège sera appâté soit suivant la méthode américaine (sirop de malt dilué et levure de bière), soit suivant la formule Moreau et Vinet (35) [lie de cidre étendue d'eau vinaigrée à 5 ou 10 p. 100); Bovey (9) utilise du jus de poires ou de pommes en fermentation, dilué dans trois ou quatre parties d'eau auquel il ajoute un peu de vinaigre, ou bien encore le mélange suivant : mélasse, 1 partie; eau, 12 à 15 parties, et un peu de levure pour faire fermenter.

Le liquide attractif nous ayant donné les meilleurs résultats est le sirop de malt dilué et additionné de levure de bière.

Les pièges sont placés bien au milieu des arbres, mais d'accès facile afin de permettre le comptage des captures à chaque visite journalière. En Suisse, Bovey (9), au moyen d'une potence, dispose ses pièges au sommet des pommiers.

Les traitements insecticides sont, jusqu'à ce jour, les plus régulièrement appliqués parce qu'ayant donné les meilleurs résultats. Le choix des produits à employer ainsi que l'opportunité de leur application, conditionnent leur efficacité. Parmi les insecticides, il faut distinguer ceux qui agissent par contact, par ingestion ou à la fois par contact et par ingestion.

Les insecticides de contact sont surtout employés comme ovicides; en France, leur application est indiquée dans les traitements tardifs lorsque les produits arsenicaux ne doivent plus être utilisés.

Les huiles de poisson, les huiles minérales raffinées, employées tout d'abord aux États-Unis comme mouillant et adhésif de l'arséniate de plomb, ont été également employées seules. Elles présentent l'inconvénient d'une faible durée d'action d'où la nécessité de multiplier les traitements si l'on veut obtenir une bonne protection. D'autre part, d'après Th. Headlee (30), les applications répétées d'huile seraient nocives aux arbres.

La nicotine agit par contact et surtout par ingestion; Feytaud a montré que sur les œufs elle agissait surtout par ingestion, empoisonnant les jeunes larves lorsque celles-ci à leur naissance crèvent la coquille avec leurs mandibules. C'est un alcaloïde très dangereux et pour cela difficile à appliquer; de plus, il est très volatil, or la protection des fruits contre le Ver demande une très grande durée d'action des produits. Les oléates, sulfates et tannates de nicotine plus stables sont fréquemment utilisés seuls ou additionnés aux bouillies et donnent de bons résultats. La combinaison huile et nicotine aux États-Unis aurait une efficacité égale à celle de l'arséniate de plomb (Sherman III [49]). Dans nos essais, cette combinaison s'est révélée nettement insuffisante, surtout dans la protection contre la deuxième génération de larves. Les arbres ayant reçu deux traitements de couverture à l'arséniate de plomb les 10 juillet et 13 août, ont donné 90 p. 100 de

fruits sains; les arbres traités aux mêmes dates avec un mélange d'huile et de sulfate de nicotine n'en ont présenté que 71 p. 100.

Il aurait été nécessaire de faire une sixième application en août, en raison de sa faible durée d'action pour obtenir une aussi bonne protection qu'avec l'arséniate de plomb.

Les résultats de ces essais sont contenus dans le tableau I.

Tableau I.

TRAITEMENTS.	PRODUITS INSECTICIDES.	FRUITS SAINS à la récolte.
II – III	Arséniate de plomb	66 p. 100.
II – III – IV – V	Arséniate de plomb	90 —
II – III – IV – V	II – III : arséniate de plomb IV – V : huile blanche + nicotine	71 —

Dates des traitements :

1° Traitement fin floraison (*calyx spray*), II, 15 mai;

2° Traitements de couverture (*cover spray*), III, 14 juin; IV, 10 juillet; V, 13 août.

Les insecticides par ingestion sont employés préventivement en couverture afin que le Ver trouve une pellicule suffisante de produit s'opposant à sa pénétration dans le fruit. D'après les observations faites aux États-Unis, ce revêtement doit correspondre à 13 microgrammes d'anhydride arsénieux (As^2O^3) par centimètre carré (Dufrenoy [17]).

L'arséniate diplombique, quoique d'action assez lente, est le plus efficace de tous les produits jusqu'ici essayés. Cette efficacité a été reconnue depuis longtemps dans la Nouvelle Galles du Sud où, en 1915, a été promulguée une loi spéciale rendant obligatoire l'emploi de cet insecticide à des époques déterminées (Froggatt et Gurney [24]). Depuis, les travaux de Crosby (14), Ralph Cooper (12), Raucourt (42), Sherman III (49), Feytaud (22), Paillot (39), Stearns (51), ont confirmé cette façon de voir. Borden (8) en Californie, déconseille l'emploi de l'arséniate de plomb sans mouillant à cause du dépôt par plaque de l'insecticide, déterminant une coloration inégale du fruit. Actuellement il y aurait tendance parmi les producteurs de pommes de cet État, à utiliser les produits mouillants en raison de la diminution du dépôt.

Les combinaisons d'huile et d'arséniate de plomb se sont révélées de très grande efficacité en améliorant le dépôt d'arséniate, mais elles ont l'inconvénient de laisser sur le fruit jusqu'au moment de la récolte une quantité de résidu supérieure à la tolérance admise en Amérique (Sherman III [49]).

Les arséniates de manganèse, de calcium, de zinc se montrent moins actifs que

l'arséniate diplombique et peuvent déterminer parfois sur le feuillage des brûlures en raison de leur manque d'homogénéité. Les arséniates d'alumine d'un emploi facile, semblent aujourd'hui jouir d'une grande faveur, ils sont d'une bonne efficacité et se sont montrés de valeur égale aux arséniates de plomb dans nos essais pendant deux années consécutives.

Les traitements aux composés fluorés peuvent être envisagés comme complémentaires des traitements arsenicaux (Durandeau [18]).

Réglementation de l'emploi des arséniates. — Aux États-Unis, la question du résidu, trioxyde d'arsenic et plomb, persistant sur les fruits à la récolte a retardé longtemps l'emploi des arséniates dans la lutte contre le Carpocapse. La quantité de trioxyde d'arsenic tolérée sur les fruits destinés à la consommation était de 0,012 grain par livre (454 gr.) de pommes. La tolérance fut portée en 1932 à 0,010 grain, soit 1 mg. 427 par kilogramme de fruits ou 1 milligramme d'arsénic (Sherman III [49]). La teneur maximum en plomb tolérée par kilogramme de pommes est de 2 mg. 5. Pour respecter cette réglementation les producteurs, dans la zone Est (Atlantique) font subir aux fruits un lavage minutieux puis un brossage mécanique soit en solution alcaline de silicate de soude à la concentration de 6 à 10 p. 100 et à une température de 35 à 40°; soit en solution acide à la concentration de 0,5 à 1,5 p. 100 et à une température de 35°; la durée du trempage est de vingt à trente-cinq secondes. En Californie, pour les pommes et les poires tardives ayant reçu de 4 à 6 traitements à base d'arséniate de plomb, les fruits sont lavés et nettoyés seulement à l'eau froide acidulée contenant de 0,6 à 1,5 p. 100 d'acide chlorhydrique suivant la variété et le nombre des traitements reçus (Borden [8]). (Hartmann [29]) dans l'Oregon, indique que les fruits subissent un lavage à l'eau acidulée à 1 p. 100 d'acide chlorhydrique, suivi d'un deuxième à l'eau pure.

D'après Borden (8), le plus fort dépôt de résidu par pouce carré (6 cm² 45) est laissé par le traitement du « calyx spray », puis vient ensuite celui du premier traitement de couverture. Le dépôt élevé dû au « calyx spray » tient probablement à la surface rugueuse du calice et à la pubescence que présente le fruit à cette période. Le même auteur a déterminé que 75 à 80 p. 100 du poids du résidu se trouvent dans la coupe du calice. Quand le fruit commence à grossir, sa cuticule devient plus résistante aux mouillants et le dépôt à chaque application est matériellement diminué.

En France, les arrêtés des 15 septembre 1916, 30 décembre 1916, 7 juillet 1922 et 25 février 1928, réglementent l'emploi des arséniates en agriculture. Seuls les arséniates insolubles sont autorisés; ceux-ci doivent être employés à l'état de mélange et dénaturés suivant une formule imposée. Ainsi délivrés, ils ne peuvent être utilisés que dans certaines conditions. Leur emploi est totalement interdit dans les vergers où la culture maraîchère est pratiquée. Pour les arbres fruitiers : pommier et poirier, un arrêté du 22 juillet 1935 autorise l'emploi des composés arsenicaux de « l'époque qui suit la récolte des fruits jusqu'à deux mois au moins avant la récolte ».

La conservation et la manipulation de ces produits font aussi l'objet d'une réglementation sévère afin d'éviter les accidents. Dans le cas de prés-vergers, la persistance de dépôt d'arsenic sur l'herbe a fait l'objet de nombreuses études; Raucourt, Trouvelot et Cabane (43) admettent qu'en prenant «la précaution de faucher le pré ou de le faire pâturer avant le traitement, on peut estimer que les quantités d'arsenic au kilogramme d'herbe deviennent insignifiantes quand l'herbe a suffisamment repoussé pour permettre le pâturage».

Blanchard (6) dans ses essais entrepris dans les vergers aux environs de Paris, a montré que pour un nombre inusité de traitements faits même tardivement, la quantité de résidu arsenical trouvé sur les fruits était insuffisante pour occasionner des accidents; Raucourt, Trouvelot et Cabane (43) par des récentes expériences sur «l'importance et la persistance des dépôts d'arsenic dans les traitements insecticides des prés-vergers» montrent que la diminution de teneur en arsenic sur les fruits est importante même pour des produits très adhérents quinze jours après le traitement.

Les analyses de fruits provenant de nos essais, effectuées par le Laboratoire de Phytopharmacie du Centre national de Recherches agronomiques et rapportées dans le tableau II, montrent un résidu arsenical par kilogramme de fruit assez faible, sauf pour les lots de pommes ayant reçu un traitement arsenical tardif (14 août), où la proportion d'arsenic est supérieure à 1 milligramme. Dans ces cas, les fruits devraient subir un brossage et un essuyage soigneux.

Tableau II.

Reinette du Canada.

ORIGINE.	POIDS en GRAMMES.	NOMBRE de FRUITS.	ARSENIC par KILOGRAMME de fruits en milligrammes.	NOMBRE de TRAITEMENTS arsenicaux.	DATE du DERNIER TRAITEMENT.
Clermont-Ferrand	610	6	1,127	4	14 août.
Idem	705	5	0,238	1	15 mai.
Idem	664	5	0,659	3	14 août.
Perrier	634	5	Traces.	2	20 mai.
Idem	634	5	0,045	3	15 juillet.
Idem	655	5	1,154	4	17 août.

DÉTERMINATION DES ÉPOQUES D'APPLICATION DES TRAITEMENTS INSECTICIDES.

Le choix de ces époques peut être basé sur les différents stades végétatifs des arbres ou sur le vol des papillons en fonction des facteurs climatiques.

Les traitements déterminés d'après la végétation des arbres sont dits d'assu-

rance; on suppose dans ce cas que le cycle évolutif du Carpocapse présente toutes les années les mêmes fluctuations que les phases végétatives du Pommier; or ces fluctuations peuvent ne pas être identiques, les facteurs climatiques pluie et température pouvant agir différemment sur le végétal et sur l'insecte.

Quaintance, dès 1911, préconise la méthode dite « one spray method » correspondant au traitement de la chute des pétales; mais cette application unique peut dans beaucoup de cas ne pas être suffisante, il faut avoir recours aux traitements complémentaires (Marchal [31]).

Paillot (36) a appliqué en France les premières méthodes américaines qui ne s'inspiraient que très peu du cycle du parasite et comportaient trois traitements dirigés à la fois contre la Tavelure et le Carpocapse.

Le premier doit être fait lorsque les trois quarts des pétales sont tombés; il est considéré comme ayant une très grande importance par Paillot car, à ce moment-là, le calice qui est ouvert, peut recevoir une provision d'arséniate. Ce temps d'ouverture du calice varie de trois à huit jours suivant la variété et les conditions climatiques du moment. Ensuite les lobes se referment; l'arséniate déposé par ce premier traitement est alors à l'abri des lavages par les pluies et offre une barrière infranchissable au Ver. D'après cet auteur, ce traitement ne pourrait être supprimé.

Une deuxième pulvérisation doit être faite quinze jours à trois semaines après la première; enfin une troisième est conseillée cinq semaines après la floraison.

Cette méthode qui donne certaines années de bons résultats se révèle nettement insuffisante parce que les traitements à dates fixes risquent d'être faits à contretemps, par suite du décalage important pouvant exister entre l'application et le vol des papillons. En 1930, Marchal (31) écrit à ce sujet : « Il faut savoir que les traitements complémentaires sont susceptibles de diminuer le nombre de fruits véreux dans une proportion qui n'est pas négligeable et que l'opportunité de l'emploi se manifestera à des degrés variables suivant la région, suivant les conditions météorologiques de l'année ou même suivant les variétés plus ou moins précoces ou tardives des arbres fruitiers. Le climat influe d'ailleurs sur le nombre des générations annuelles du Carpocapse et il importerait de faire à cet égard de nouvelles recherches destinées à mieux préciser le cycle annuel de l'espèce dans les différentes régions de France. »

D'où la nécessité d'étudier le cycle évolutif du parasite en fonction des conditions du milieu pour établir la base d'une méthode rationnelle de lutte.

Les Américains ont depuis longtemps reconnu l'utilité de la surveillance des vols des papillons pour la protection de leurs vergers à l'égard du Carpocapse.

Dans l'État du Delaware, des cages d'hivernation sont disposées dans les différentes régions fruitières sous la surveillance de propriétaires intéressés qui suivent journellement la sortie de la génération de printemps et déterminent ainsi exactement la durée du vol. L'activité du papillon dans la nature est également contrôlée par un certain nombre de pots-pièges (Stearns [51]).

Un exemple pris dans l'État du Nebraska fera comprendre l'importance d'un service d'avertissements. Ralph Cooper (12) compare deux années 1914 et 1915,

très différentes par leurs conditions climatiques. En 1914, année très favorable au développement du Carpocapse, le vol a été continu de la fin mai à la mi-septembre; or huit traitements ont dû être préconisés pour obtenir une protection suffisante des fruits contre les trois générations du parasite. Ces traitements, outre celui fait à la chute des pétales, ont été recommandés en tenant compte des vols; un, au début de chaque vol suivi d'un autre, dix jours après en raison de leur intensité. En 1915, année à développement normal du Carpocapse, trois traitements ont été indiqués : le premier considéré comme indispensable, à la chute des pétales; le deuxième et le troisième avant que les œufs de la première et de la deuxième génération ne commencent à éclore.

On voit donc que le nombre de traitements peut varier du simple au double suivant le développement du parasite qui est fonction des facteurs température et humidité, d'où l'utilité de la connaissance de la biologie de cet insecte en rapport avec ces facteurs.

ORGANISATION DE LA LUTTE DANS LE DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DÔME.

Le Service d'avertissements agricoles qui fonctionne au Centre de Clermont-Ferrand depuis 1929, et qui s'étend actuellement aux départements du Puy-de-Dôme, de l'Allier, de la Loire, du Lot, de la Nièvre, du Cher et du Loiret, a pour but de lutter contre les parasites animaux et végétaux de la vigne et des arbres fruitiers. Les avertissements contre le Carpocapse sont uniquement basés sur la surveillance des vols, dans le but de préciser leur intensité, leur époque et leur durée.

L'intensité du vol des papillons au printemps dépend du degré de l'invasion de l'année précédente, des températures hivernales, de la sortie des papillons. Elle est déterminée approximativement par le nombre de larves hivernantes en disposant dans les vergers courant juillet, des bandes-pièges autour des arbres; celles-ci sont enlevées au printemps suivant, le pourcentage de larves vivantes est noté.

L'étude de la biologie du parasite nous a montré que l'importance de la première génération de larves dépend uniquement de la température pendant toute la durée du vol, en favorisant ou limitant la ponte des femelles. L'intensité du deuxième vol ou de première génération est sous la dépendance du développement des larves de première génération qui ont pu échapper aux premiers traitements, ainsi que des températures courant août et septembre.

La détermination de l'époque du vol du Carpocapse dans les vergers est d'exécution délicate; le papillon crépusculaire reste le jour étroitement appliqué sur les branches et sa livrée se confond avec le substratum; il est, par cela même, difficile à déceler. Il faut avoir recours aux pièges-appâts décrits précédemment. Ceux-ci placés dans les vergers, permettent par le relevé journalier des prises, de déterminer la durée et l'intensité du vol.

Ce contrôle des vols n'est pas parfait, il y a lieu de le compléter par l'élevage. A l'automne, les larves sont récoltées sous les bandes-pièges et sont placées dans des cages d'élevage construites à cet effet et disposées dans les conditions naturelles du verger. Il est nécessaire d'opérer sur une très grande quantité de chenilles, car nombreuses sont celles qui ne passeront pas l'hiver par suite de parasitisme ou de blessure. Les différents stades à observer sont la chrysalidation et la transformation en papillon; cette dernière doit être relevée soigneusement chaque jour afin de pouvoir suivre le vol.

Dans ce but, un dispositif spécial a été adopté; il se compose d'une cloche en verre munie à la partie supérieure d'un orifice, obturé par une toile fine pour éviter l'évasion des chenilles. Intérieurement, une bande de carton ondulé avec gauffrure côté verre est appliquée étroitement contre la paroi, le tout repose sur un bac rempli de sable. Extérieurement, épousant exactement la forme de la cloche, une gaine maintient l'obscurité à l'intérieur.

Les chenilles introduites par la partie supérieure de la cloche se répartissent dans tous les sens entre la paroi de verre et le carton.

On opérera de même avec des larves de première génération pour établir l'existence et l'importance du deuxième vol car, par les seules captures au moyen de pièges-appâts, il est difficile de déterminer exactement l'époque et la durée du vol des papillons de première génération, étant donné l'échelonnement très grand du premier vol et aussi son chevauchement sur le deuxième.

Postes d'observations.

Il y a intérêt à multiplier le nombre des postes d'observations afin d'étudier les micro-climats et de suivre exactement l'évolution du parasite dans toutes les contrées de la culture du pommier.

Chaque poste comprend le matériel strictement nécessaire à l'étude du vol du Carpocapse et aux observations météorologiques (température et pluie) : un thermomètre fronde, un thermomètre à minima, un thermomètre à maxima, un pluviomètre association avec éprouvette et support; une cage d'élevage de dimensions réduites, afin de permettre son installation dans un arbre; dix pots-pièges répartis dans le verger.

Ces postes sont installés dans les vergers, chez des propriétaires consciencieux chargés de la surveillance des appareils et des observations en ce qui concerne les relevés des pluies, des températures et la notation des captures dans les pots-pièges. Ils notent l'apparition des papillons dans la cage d'élevage ainsi que les principales phases de végétation du Pommier.

Les observateurs sont munis d'un cahier à feuilles détachables. Les divers renseignements sont envoyés chaque jour à la Station d'avertissements.

Depuis 1935, indépendamment du poste principal situé au Centre de Recherches agronomiques du Massif Central à Clermont-Ferrand, cinq postes fonctionnent dans les principales régions de production fruitière du département du Puy-de-Dôme avec le concours de la Chambre d'agriculture et de l'Union des

producteurs de pommes. Ils sont installés à : Blanzat (vallée du Bédat), Saint-Amand-Tallende (vallée de la Veyre et de l'Allier), Perrier (vallée de la Couze d'Issoire), Sansac (vallée de la Couze d'Ardes et du ruisseau de Boudes).

En 1936, trois nouveaux postes ont été créés, deux dans le Cher et un dans le Loiret, en plein accord avec les Directions des services agricoles de ces départements.

Evolution du Carpocapse en 1935.

Pendant l'année 1935, l'activité du papillon a été considérable dans l'ensemble du département du Puy-de-Dôme. Si la sortie du Carpocapse a été retardée au printemps par des conditions de température insuffisantes, celles-ci ont été favorables pendant toute la durée du vol et de la ponte.

Dans les vergers abrités et de bonne exposition de la région de Blanzat, Saint-Amand-Tallende et Clermont-Ferrand, une précocité d'une dizaine de jours dans l'apparition des papillons a été constatée sur les vergers de Perrier et de Sansac. Ce décalage ne peut être expliqué que par les différences de température au printemps; minima plus accentués à Perrier et Sansac, surtout pendant la période des gelées printanières du 14 au 21 mai :

Tableau III.

DATES.	PERRIER.	SANSAC.	TALLENDE.	BLANZAT.
14 mai	— 2	— 3	— 1	— 3
15 —	0	— 1	+ 2	+ 1
16 —	— 1	+ 0,5	+ 3	+ 1
17 —	0	— 1,2	— 1	— 2,5
18 —	+ 1	+ 1	+ 3	+ 1
19 —	3	— 3	— 1,5	0
20 —	— 3	— 4	— 2	— 1

Le premier vol se manifeste à Clermont-Ferrand et Blanzat dès le 25 mai et s'échelonne sur le mois de juin, favorisé par une température moyenne mensuelle de 20°4; le maximum du vol est noté le 4 juin. A Perrier, le vol a été plus tardif et a présenté la même allure que celui des stations précédentes, mais avec un maximum le 28 juin. A Saint-Amand-Tallende et à Sansac, le vol s'est échelonné sur les mois de juin et juillet avec maximum du 14 au 19 juillet. Le début du vol des papillons de la première génération se manifeste dans toutes les vallées du 29 juillet au 25 août avec maximum du 8 au 10 août (fig. 6). Il a été aussi important que le premier vol. Les conditions climatiques favorisant la ponte, de nombreuses larves se développent et occasionnent de graves dégâts dans les vergers qui n'ont pas été traités préventivement.

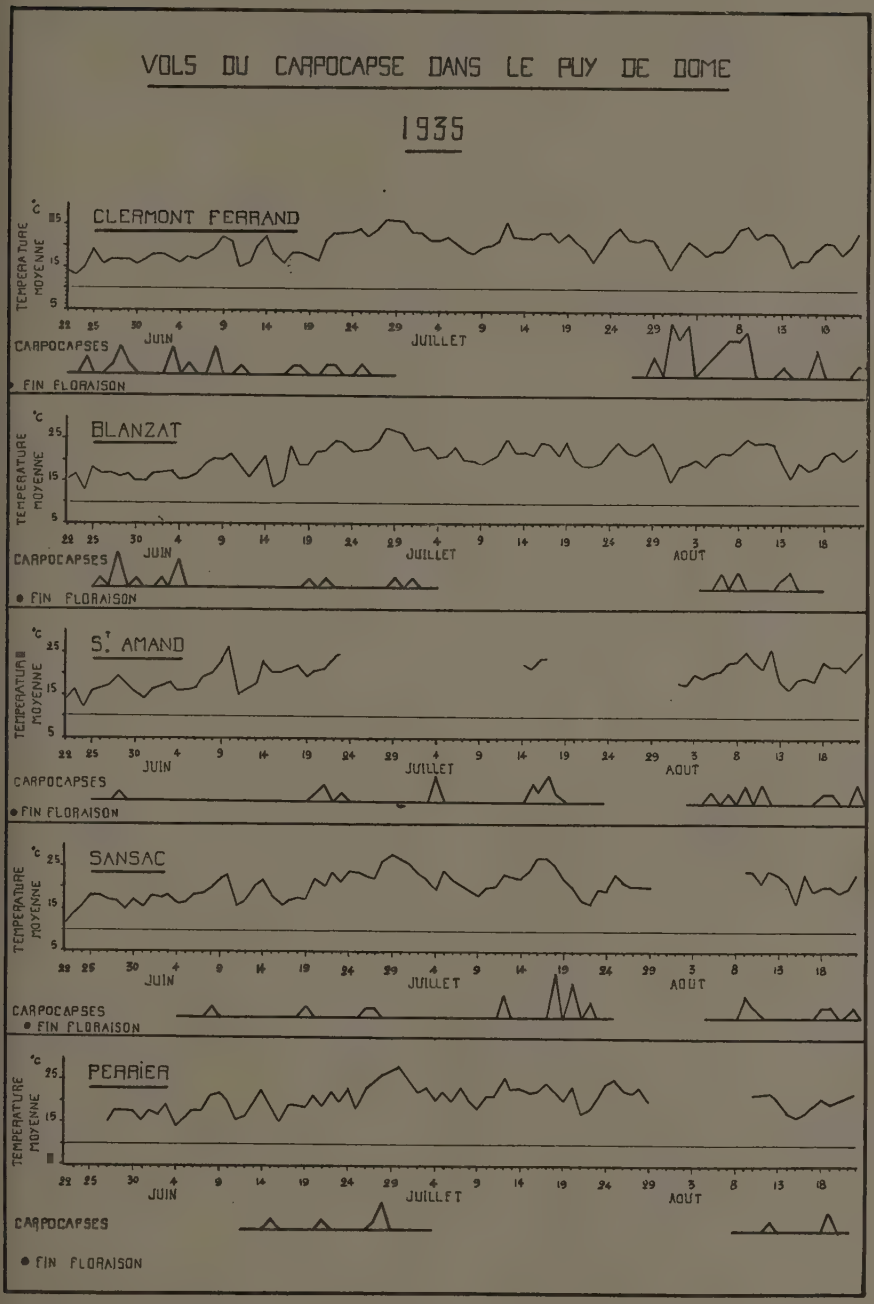


FIG. 6. — Représentation graphique du vol du Carpocapse en relation avec la moyenne de température dans chacun des postes, permettant de se rendre compte des différences existant dans l'évolution de l'insecte. A Clermont-Ferrand et Blanzat, au printemps, les premiers papillons apparaissent au 25 mai, le vol s'échelonne sur tout le mois de juin. A Saint-Amand Tallende et Sansac, le vol s'échelonne de début juin jusqu'au 24 juillet. Enfin, à Perrier, vol plus tardif du 14 au 29 juin. Dans toutes les stations, le deuxième vol se manifeste dès le début août.

AVERTISSEMENTS.

Tenant compte des vols observés, les périodes critiques pour le pommier sont :

1° Du 4 au 28 juin (Clermont-Ferrand, Blanzat);

2° Du 19 juin au 19 juillet (Sansac, Saint-Amand);

3° Du 8 au 15 août (dans toutes les stations).

Le premier traitement indiqué est celui de fin floraison (trois quarts des pétales tombés). Ce traitement d'assurance permet la protection de l'œil du fruit qui, d'après certains auteurs est le point de pénétration de 80 p. 100 des larves. Il a été précédemment indiqué que le nombre de jours pendant lequel il peut être fait est assez court, trois à huit jours, suivant les variétés et les conditions du milieu. Ce traitement appliqué de quinze jours à trois semaines avant la sortie des papillons peut paraître trop avancé mais les arbres doivent à ce moment-là recevoir un traitement de protection contre la Tavelure, il n'est donc pas uniquement dirigé contre le Carpocapse, d'où l'application d'une bouillie cupro-arsenicale assurant à la fois une réserve de produit insecticide dans l'œil du fruit s'opposant à la pénétration du Ver, la destruction des Chenilles du feuillage et une couverture anticryptogamique contre la Tavelure. Balachowsky et Mesnil (4) ne considèrent pas ce traitement comme indispensable et recommandent de traiter contre le Carpocapse après la nouaison, lorsque le fruit atteint la grosseur d'une noisette. L'époque d'application du deuxième traitement est uniquement basée sur le vol des papillons au printemps. La détermination exacte de la période de vol et de son maximum est la base fondamentale des avertissements.

En effet, si les conditions climatiques sont favorables, au maximum de vol correspondent les maxima de ponte et de naissance des chenilles. La date d'apparition du Ver est donnée par l'étude de son développement; la période d'incubation est de sept à dix jours pour les œufs de première génération et de six à sept jours pour ceux de deuxième génération. D'autre part, la jeune chenille pénètre dans le fruit un à trois jours après sa naissance; il faudra donc traiter avant la naissance du maximum de chenilles, c'est-à-dire dans une période de dix jours suivant le maximum du vol. Ce deuxième traitement dit de couverture (cover spray), a pour but de protéger la surface du fruit.

En raison de la croissance rapide du fruit, de l'échelonnement du vol et de la ponte qui peuvent être constatés au cours des mois de juin-juillet, il est nécessaire d'assurer à nouveau la protection par un traitement effectué de vingt à trente jours plus tard. Ce traitement, en 1935, était indispensable, principalement pour les régions de Sansac et de Perrier.

L'importance de la deuxième génération de larves dépend beaucoup de l'efficacité de ces traitements.

La même méthode est suivie pour lutter contre cette deuxième génération. L'observation dans la nature et en élevage, du deuxième vol, servira de base pour l'application des traitements tardifs.

En 1935, en raison de l'importance de la durée et de l'intensité du premier vol, deux traitements en dehors du traitement fin floraison, ont été indiqués contre les larves de première génération; le premier, du 10 au 14 juin, sept jours après le maximum du vol; le deuxième, vingt jours plus tard au 2 juillet; un traitement tardif contre la deuxième génération de larves du 10 au 15 août. Les deux dernières applications surtout ont été efficaces assurant 92 p. 100 de fruits sains. Les arbres n'ayant reçu que le traitement d'assurance et le premier traitement de couverture n'en présentaient seulement que 71 p. 100. Les arbres témoins sans aucun traitement avaient 63 p. 100 de fruits véreux.

Le pourcentage d'infection dû à la première génération a été de 40 et celui de deuxième génération de 60. Donc le deuxième vol du Carpocapse quoique en apparence peu important (5 p. 100 des larves de première génération), a donné naissance à de nombreuses chenilles qui, dans les vergers où le traitement d'août a été négligé, ont causé des dégâts très graves. Les infections de la deuxième génération sont de beaucoup les plus à craindre.

Les essais effectués en 1935, portaient sur des arbres de plein vent, variété Reinette du Canada. Les résultats obtenus avec les différents traitements sont compris dans les tableaux IV et V mettant en relief l'action et l'importance de chaque traitement.

Tableau IV.

Valeurs respectives des traitements : Pourcentage de réduction du nombre des fruits véreux.

TRAITEMENTS.		COMBINAISONS DE TRAITEMENTS.	
II	22,5 p. 100.	II – III	50,0 p. 100.
III	45,0 —	III – IV	90,0 —
IV	45,0 —	III – V	75,0 —
V	30,0 —	III – IV – V	90,0 —

Tableau V.

Pourcentage de fruits véreux.

TRAITEMENTS.	A LA RÉCOLTE.	ATTAQUE de la 1re GÉNÉRATION (15 juillet).	ATTAQUE de la 2e GÉNÉRATION.
Témoin	63	25	38
II	45	19	26
III	34	13	21
II – III	34	16	18
II – III – IV	5	7	1
II – III – V	1	16	0
II – III – IV – V	9	7	2

Date des traitements :

1° Traitement fin floraison (calyx spray), II, 15 mai;

2° Traitements de couverture (cover spray), III, 14 juin; IV, 10 juillet; V, 13 août.

L'insecticide employé pour tous les traitements était l'arséniate triplombique contenant 15 p. 100 d'anhydride arsénique. Cependant quelques arbres, à la fin floraison et au premier traitement de couverture, ont été traités avec l'arséniate d'alumine contenant 19 à 21 p. 100 d'anhydride arsénique et moins de 0,8 p. 100 d'arsénic soluble.

Les deux tableaux IV et V montrent la faible importance du traitement fin floraison qui, dans notre région, est beaucoup trop précoce par rapport au vol des papillons et par conséquent ne peut donner de bons résultats, le fruit par suite de sa croissance n'offre plus une pellicule d'insecticide suffisante s'opposant à la pénétration de la jeune larve.

Par contre, le premier traitement de couverture basé uniquement sur le vol des papillons, réduit de moitié l'importance des dégâts occasionnés par les jeunes larves; de même, le deuxième de couverture a la même valeur que le précédent.

Le troisième traitement, fait tardivement, a une valeur qui n'est pas à négliger surtout dans le cas où le deuxième n'aurait pas été effectué.

Les combinaisons de traitements III, IV et III, IV, V avec 90 p. 100 d'efficacité montrent la très grande importance à attacher à ces traitements de couverture dont l'époque d'application est uniquement déterminée par la surveillance des vols des papillons.

Les résultats de ces essais font ressortir la nécessité d'un service d'avertissements pour assurer une lutte parfaite et économique contre le Ver des pommes; ils montrent également, qu'une révision de la réglementation de l'emploi des arsenicaux s'impose; en effet, dans le cas de variétés précoces, il paraît difficile d'assurer une protection économique si les arsenicaux sont interdits deux mois au moins avant la récolte; nous avons vu que les huiles blanches employées seules ou en combinaison avec le sulfate de nicotine, entraînaient un plus grand nombre de traitements étant donné la fugacité de leur action insecticide.

L'efficacité d'un traitement est fonction de son opportunité, de la qualité des produits employés et de sa réalisation technique. La date d'application des traitements a une importance capitale pour la protection contre le Ver. Il est évident que les traitements appliqués en tenant compte seulement de l'état de végétation, fin floraison et trois semaines après la floraison, auraient assuré une protection insuffisante en 1935, parce que faits trop tôt. Les arbres ayant reçu les traitements II et III (fin floraison et premier traitement de couverture) présentent 34 p. 100 de fruits véreux. Les traitements de printemps et d'été doivent être basés essentiellement sur les vols du Carpocapse. Seul, le traitement de fin floraison (calyx spray) peut être encore maintenu comme traitement d'assurance bien que son efficacité soit très contestée. Des essais en cours permettront de se rendre compte de sa juste valeur.

Les produits employés doivent présenter le maximum d'efficacité. Le service d'avertissements conseille les producteurs de fruits sur les meilleurs produits à utiliser. Pour les traitements mixtes contre la Tavelure et le Carpocapse, il est recommandé la formule suivante :

Sulfate de cuivre neige	1 kilogramme.
Fleur de chaux	2 kilogrammes.
Caséine	500 grammes.
Arséniate de plomb ou d'alumine en pâte ou en poudre (anhydride arsénique 150 gr.)	0 kilogr. 800 à 1 kilogramme.
Eau	100 litres.

S'il n'y a pas lieu de traiter contre la Tavelure, une bouillie à l'arséniate de plomb ou d'alumine soit en poudre, soit en pâte à la dose de 0 kilogr. 800 à 1 kilogramme pour 100 litres d'eau avec adhésif et mouillant, est conseillé. Pour les traitements tardifs à effectuer dans une période comprise dans les deux mois avant la récolte, le mélange d'huile blanche et de sulfate de nicotine est à utiliser :

Huile blanche	1 litre.
Nicotine	200 grammes.
Eau	100 litres.

Les bouillies insecticides doivent avoir une longue durée d'action afin d'assurer un maximum de sécurité tout en permettant de réduire au minimum les traitements.

Enfin, la réalisation technique joue un rôle important dans la protection contre le Ver du fruit. L'efficacité d'un traitement tient beaucoup à la perfection de son exécution, il faut que tous les fruits soient particulièrement visés et recouverts d'une pellicule d'insecticide : les mouiller sans les laver.

Transmission des avertissements.

Le service d'avertissements accepte les abonnements individuels et collectifs. Les abonnés sont prévenus par lettre des dates d'application des traitements. La station d'avertissements adresse les avis aux Directions des Services agricoles qui les font parvenir aux abonnés.

CONCLUSION.

Aux États-Unis, quoique les invasions de Carpocapse atteignent en certaines régions un développement considérable, les propriétaires des vergers sont arrivés, grâce à une organisation méthodique de prévision des époques de traitements, à produire en abondance des pommes de présentation parfaite dont on connaît le succès sur les marchés.

Ces résultats, dont les conséquences économiques ne sauraient trop retenir

l'attention, sont dus avant tout à l'activité des Services d'avertissements existant dans tous les états producteurs de pommes.

En France, où les possibilités de production sont énormes, on commence à profiter de la leçon américaine. Déjà un grand progrès a été réalisé depuis que les pomiculteurs traitent leurs arbres en se basant sur les phases de végétation du pommier. Cette méthode, nous l'avons montré, est insuffisante.

Fig. 7. — Station d'élevage au Centre de Recherches de Clermont-Ferrand : Vue d'ensemble des cages d'élevage.

Les résultats obtenus par le Centre de recherches agronomiques du Massif Central durant ces deux dernières années, indiquent que l'on doit entreprendre une lutte méthodique contre le Ver des pommes, afin d'assurer dans des conditions économiques la protection de la récolte.

Pour aboutir, afin de pouvoir suivre comme il convient l'évolution du parasite en fonction du milieu, il est indispensable de créer un nombre suffisant de postes d'observation et d'élevage dans les diverses régions productrices de pommes.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Aldrich (J.). — A New Tachinid, parasit of the Codling Moth (Dip.). [*Entomological news*, vol. XXXIV, n° 2, p. 53. Philadelphie.] (Analysé dans *Revue Internationale de Rens. agricoles*, vol. I, n° 2, avril-juin 1923.)
2. Arnaud (G.). — La Pyrale des pommes. (Traité de pathologie végétale. Tome I. vol. I, p. 925, Paris 1931.)
3. Balachowsky (A.). — Les pucerons et les chenilles. (*C. R. des travaux du Congrès de la défense sanitaire des végétaux*, p. 66. Paris 24-25 janvier 1934.)
4. Balachowsky (A.) et Mesnil (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, vol. I, p. 130, Paris 1935.
5. Balachowsky (A.) et Viennot Bourgin (G.). — Note sur le cycle évolutif du Carpocapse dans la région parisienne. (*C. R. Académie agriculture de France*, t. XXI, p. 1018, 1935.)
6. Blanchard (E.). — Les arsenicaux en arboriculture fruitière. (*C. R. Académie agriculture de France*, t. XXX, p. 183, 1933.)
7. Blanchard (E.). — Emploi des composés d'arsenic en arboriculture fruitière. (*C. R. Académie agriculture de France*, t. XIX, p. 1021, 1933.)
8. Borden (A.). — Codling Moth and spray residue studies in California. (*Journal of Economic entomology*, vol. 26, n° 6, p. 951, 1935.)
9. Bovet (P.). — Observations sur le cycle évolutif de *Laspeyresia* (*Carpocapsa*) *pomonella* L. en Suisse Romande. (*Bulletin de la Murithienne, Société Valaisanne de sciences naturelles*, fasc. LII, 1934-1935.)
10. Boyce (A.). — The Codling Moth in Persian walnuts. (*Journal of Economic entomology*, vol. 28, n° 6, p. 864, 1935.)
11. Brooks (F.) et Blakeslee (E.). — Études sur le *Carpocapsa pomonella* dans la région centrale des Apalaches. (*U. S. Depart of agri.* Bulletin n° 189 Washington D. C. 1915.) [Analysé dans *Bull. mensuel des renseignements agricoles*, année VI, n° 1, Rome 1916.]
12. Cooper (R.). — Why, when and how to spray. (*Bulletin of agricultural experiment station of Nebraska*, n° 158, février 1917.)
13. Cox (J.) et Derrill (M.). — *Ascogaster carpocapsae* Viereck in relation to arsenical sprays. (*Journal of Economic entomology*, vol. 28, n° 1, p. 113, 1935.)
14. Crosby (C.), Mills (W.), Blanvalt (W.). — Protecting orchard crops from diseases and insects. (*Cornell University Agric. Experi. Station Ithaca*, New-York p. 30, december (1929.)
15. Cutright and Morisson (H.). — Varietal susceptibility to Codling Moth injury (*Journal of Economic Entomology*, vol. 28, n° 1, p. 107, February 1935.)
16. Dotti (F.). — Lotta contro il baco delle mele. (*La romagna agric. e. zool.* p. 19, avril-mai 1935.)
17. Dufrenoy (J.). — Technique et organisation de la lutte contre les ennemis du Pommier aux États-Unis. (*Bulletin des journées pomologiques de Rouen*, 1934.)
18. Durandeau. — Essais de lutte contre le Ver des fruits (Carpocapse). [*Le Progrès agricole et viticole*, 56e année, n° 18, p. 421, 1935.]
19. Eyer (J.). — Further observations of the attractiveness of esther of the ethyl acetate series to the Codling Moth. (*Journal of Economic Entomology*; vol. 28, n° 6, p. 940. december 1935.)

20. Fabian Garcia. — Codling Moth investigations during 1903 et 1904. (*New Mexico College of agriculture and mechanic arts agricultural, exper. Station. Bull.*, n° 65, May 1907.)

21. Faes (H.) Sthaelin (M.), Bovey (P.). — Le Ver des Pommes et des Poires (Carpocapse). (Des ennemis des plantes cultivées, 1 vol., p. 172, Payot 1934.]

22. Feytaud (J.). — Essais d'application du traitement arsenical contre le Ver desPommes. (*Annales des Epiphyties T. V.*, p. 36, 1918.)

23. Flanders (S.). — Effect of host density parasitism. (*Journat of Economic Entomology*, vol. 28 n° 6, p. 898, december 1935.)

24. Froggatt et Gurney (W.). — Ennemis animaux des arbres fruitiers dans la Nouvelle Galles du Sud. (*Dept. of agricultural. New South Wales Farmer's*, Bull. n° 92, p. 27, Sydney 1915.) Analysé dans *Bulletin mensuel renseignements agricoles*, année VII, Rome 1916.

25. Gueylard (F.) et Portier (P.). — Résistance au froid des chenilles du «Cossus ronge bois» (*Cossus cossus*) et de la Pyrale des Pommes (*Carpocapsa pomonella*). [*C. R. des séances de la Société de biologie*, tome LXXIX, n° 15, p. 774; Paris, 29 juillet 1916.

26. Joessel (P.). — Essais de traitements contre le Carpocapse en 1933. (*Bulletin de l'Office régional agricole du Midi*, n° 49, janvier 1934.)

27. Joessel (P.) et Suau (J.). — Essais de traitements du Carpocapse en 1934. (*Bulletin de l'Office régional agricole du Midi*, n° 55, janvier 1935.)

28. Joessel (P.). — Remarques sur la biologie du Carpocapse. (*Bulletin de l'Office régional agricole du Midi*, n° 53, janvier 1935.)

29. Hartmann (R.), Robinson (S.), Zeller. — The removal of spray residue from Apples and and Pears. (*Agricultural Exper. Station Oregon State*, Bull. 234, june 1928.)

30. Headlee (Th.). — To what extent may organic insecticides used as substitutes for arsenicals. (*Journal of Economic entomology*, p. 148, 1934.)

31. Marchal (P.). — Remarques au sujet des traitements des arbres fruitiers. (*C. R. Académie agriculture de France*, t. XIV, p. 901-903, 1930.)

32. Marchal (P.). — Les traitements arsenicaux et mixtes des arbres fruitiers. (*Annales des Epiphyties*, t. VI, p. 143.)

33. Marshall (J.). — The experimental application of calcium arseniate for Codling Moth control in arid region. (*Journal of Economic entomology*, vol. 28, n° 6, p. 960, december 1935.)

34. Moreau (L.) et Vinet (E.). — Réunion générale du groupement pour l'amélioration de la production fruitière en Anjou. (*Rapport du 15 décembre 1934.*)

35. Moreau (L.) et Vinet (E.). — Réunion générale du groupement pour l'amélioration de la production fruitière en Anjou. (*Rapport du 12 novembre 1935.*)

36. Paillot (A.). — Le Ver des Pommes et des Poires. (Les insectes nuisibles des vergers et de la vigne, 1 vol., p. 109, Paris 1931.)

37. Paillot (A.). — Nouvelles observations sur les traitements d'hiver des arbres fruitiers par les émulsions d'huile d'anthracène. (*C. R. Académie d'agriculture de France*, n° 25, p. 815, octobre 1934.)

38. Paillot (A.) et Pussard (R.). — Sur l'opportunité économique du traitement contre le Carpocapse. (*C. R. Académie agriculture de France*, t. XV, p. 210, février 1929.)

39. Paillot (A.). — Nouvelles expériences sur le traitement des poiriers et pommiers contre la Tavelure et la Carpocapse. (*C. R. Académie agriculture de France*, n° 29, t. XXI, p. 1108, novembre 1935.)

40. Poutiers (R.) et Genieys (P.). — Traitement d'hiver contre les chenilles des orangers (*C. R. Académie agriculture de France*, t. XI, n° 14, p. 460, avril 1925.)

41. Pussard (R.). — A propos de *Laspeyresia*. (*Carpocapsa pomonella*.) [*Revue de pathologie et d'entomologie agricole*, t. XVIII, p. 87, 1931.]

42. Raucourt (M.). — Revue de Phytopharmacie. (*Annales Agronomiques,* 5° année, n° 3 p. 385, mai-juin 1935.)

43. Raucourt (M.), Trouvelot (B.), Cabane (E.). — Importance et persistance des dépôts d'arsenic dans les traitements insecticides de prés-vergers. (*Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole de France.* (Fasc. I, tome XVII, p. 67, 1935.)

44. Regnier (R.). — Des conditions d'efficacité des traitements contre le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella*) en Normandie. (*C. R. Académie agriculture de France,* t. XXI, n° 29, p. 1100, novembre 1935.)

45. Schad (C.). — Organisation des avertissements agricoles. Possibilités d'une organisation utile dans la région lyonnaise. *Chambre régionale d'agriculture de Lyon.* (Session ordinaire du 7 et 8 février 1934.)

46. Siegler (E.) and Simanton (P.). — Le cycle évolutif du « *Carpocapsa pomonella.* Dans le Maine (*U. S. Depart. of. Agric.,* n° 252 Washington D. C. 1915) [Analysé dans le *Bulletin mensuel de renseignements agricoles,* année VI, n° 1 Rome 1916.

47. Smith (H.) and Pershing. — Further report on nicotine vapor in Codling Moth control. (*Journal of Economic entomology,* vol. 28, n° 6, p. 971, december 1935.)

48. Smith (H.). — The role of biotic factors in the determination of population densities. (*Journal of Economic Entomology,* vol. 28, n° 6, p, 9875, december 1935.)

49. Sherman (F.), III. — Controlling the Codling Moth in Southwerstern Michigan. (*Agric. exp. Station Michigan, State college of agriculture and applied science special,* Bull. n° 221, april 1932.)

50. Sorauer (P.). — *Carpocapsa pomonella.* (Handbuch der Pflanzen Krankheiten, Band. IV, Vierte Auflage, p. 340, Berlin 1925.)

51. Stearns (L.). — Comments concerning Codling Moth control in Delaware. (*Journal of Economic Entomology,* vol. 28, p. 176, February, 1935.)

52. Uvarov (B.). — Insects and climate. (*The transaction of the Entomological Society of London,* vol. LXXXIX, part. I, apiil 24, 1931.)

53. Verguin. — Les insectes des fruits. (*C. R. des travaux du Congrès de la défense sanitaire des végétaux,* p. 57, Paris, janvier 1934.)

54. Webster (R.). — La lutte contre le Carpocapse dans l'État de Washington. (*Journal better fruct.,* february, 1935.)

55. Webster (R.). — Codling Moth and the weather. (*Journal of Economic entomology,* vol. 28, n° 6, p. 956, december 1935.)

56. Willaume (F.). — Sélection des principaux types de formules adaptées au traitement d'hiver des arbres fruitiers. (*C. R. Académie agriculture de France,* tome XIV, p. 184, 5 février 1930.)

57. Woodworth (C.). — La lutte contre la pyrale des pommes (*Carpocapsa pomonella*) en Californie. (*Agriculture experiment Station Berkeley circular,* n° 105, 4 p. fig. 1-3 Berkeley 1913.) [Analysé dans *Bulletin mensuel des renseignements agricoles et des maladies des plantes,* année v, n° 4, avril 1914.]

LES TRAITEMENTS INSECTICIDES ARSENICAUX SONT-ILS DANGEREUX POUR LE GIBIER ET POUR LES ANIMAUX DE LA FERME ?

PAR

A. Chappellier, Chef du Service des Vertébrés

M. Raucourt, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie

Centre national de Recherches agronomiques.

SOMMAIRE.

Pages

Introduction 192

A. Les recherches de laboratoire :

I. *Toxicité des insecticides arsenicaux pour le gibier : doses minima mortelles :*

1° Technique des essais 195

2° Produits utilisés 196

3° Doses minima mortelles pour le Lapin et le Lièvre :

a. Lapins de clapier 196

b. Lapins de clapier alimentés 199

c. Lièvres et Lapins de garenne 200

4° Intoxications répétées chez le Lièvre et le Lapin de clapier 200

5° Étude de l'intoxication arsenicale chez le Lapin et le Lièvre :

a. Observations sur les animaux intoxiqués 202

b. Élimination de l'arsenic chez le Lapin 204

c. Solubilisation des arsenicaux dans l'appareil digestif 206

6° Doses minima mortelles pour la Perdrix grise 207

7° Essais sur une poule 208

8° Intoxications répétées chez la Perdrix grise 209

II. *Possibilités d'empoisonnement du gibier dans les conditions naturelles :*

1° Alimentation de Lapins par des plantes traitées aux arsenicaux 209

2° Perdrix grise. Teneur en arsenic des Doryphores intoxiqués 212

III. *Dosages d'arsenic chez les animaux-gibier empoisonnés* 215

IV. *Conclusion des recherches de laboratoire* 219

B. L'enquête :

Organisation de l'enquête..... 219

II. *Résultats de l'enquête :*

1° Gibier..... 220

2° Oiseaux non-gibier..... 223

3° Animaux domestiques..... 223

4° Abeille..... 225

5° Recherche de l'arsenic dans les cadavres d'oiseaux de basse-cour et d'animaux-gibier..... 226

III. *Observations générales recueillies au cours de l'enquête*..... 227

Conclusions générales..... 231

Documentation :

1° Gibier..... 232

2° Recherche de l'arsenic dans les cadavres d'animaux de basse-cour et de gibier. 236

Bibliographie..... 238

INTRODUCTION.

Au mois de décembre 1931, la Direction générale des Eaux et Forêts, Service de la Chasse, demandait au Service des Vertébrés de faire une enquête dans la région d'Abbéville-la-Rivière (Seine-et-Oise).

Les chasseurs se plaignaient d'une grande destruction de perdreaux, due aux grains empoisonnés que les cultivateurs employaient pour lutter contre une invasion de Campagnols des champs.

Après constatations sur place, le Service des Vertébrés reconnut que le gibier avait été tué par du blé arsénié. Comme suite à cette conclusion, la Direction générale des Eaux et Forêts adressa, le 25 juillet 1932, à tous les Préfets, une circulaire contenant la prescription suivante [1] :

« Interdire d'une façon absolue les appâts arséniés, quels qu'ils soient, pour la destruction des Rongeurs ; ne les autoriser, sur demande dûment justifiée, que pour la destruction de certains insectes nuisibles à l'agriculture ».

[1] *Ministère de l'Agriculture.* — Circulaire à MM. les Préfets, en date du 25 juillet 1932 (Direction générale des Eaux et Forêts, 1er Bureau, 2e Section, F. 1/1, 2.130) :

« Destruction des Campagnols. Interdiction des appâts arséniés. »

Cette réglementation a immédiatement donné de bons résultats et, lorsque, quelques mois plus tard, de nouvelles plaintes parvinrent au Service des Vertébrés, il ne s'agissait ni de *Rongeurs*, ni des *appâts* visés par la circulaire du 25 juillet. Entraient en jeu des arsenicaux employés contre un *Insecte*, et épandus sur des plantes. L'insecte était le Doryphore.

En septembre 1932, un correspondant du Service des Vertébrés lui signalait que des petits Oiseaux avaient été trouvés morts, près de Saint-Saturnin, dans la Haute-Vienne. Dans les premiers mois de 1933, des chasseurs, soit dans la presse, soit en s'adressant directement au Ministère de l'Agriculture, se plaignaient que le gibier, principalement la Perdrix, était tué par les traitements arsenicaux antidoryphoriques; les pertes étaient graves, la chasse menacée.

En juillet 1934, le Service de la Chasse, à la Direction générale des Eaux et Forêts, transmettait de nouvelles doléances. A son Assemblée générale du 31 mai précédent, le Saint-Hubert-Club de France avait émis ce vœu, qu'il reprenait textuellement le 6 juin 1935 :

« *Vœu relatif aux poisons et insecticides.* — Attendu qu'il existe encore de grandes incertitudes sur le degré de nocivité que peuvent présenter pour le gibier les poisons et les insecticides employés en agriculture;

« Le Saint-Hubert-Club de France émet le vœu :

« Que soient activement poursuivies les études entreprises par le Ministère de l'Agriculture en vue de déterminer les poisons qui peuvent être employés pour la destruction des animaux nuisibles à l'agriculture sans danger pour le gibier et pour les oiseaux utiles;

« Que ces études soient étendues aux insecticides. »

Devançant ce vœu, le Service des Vertébrés avait décidé d'étudier de près cette question, à laquelle les progrès du Doryphore et l'augmentation massive du tonnage des arsenicaux utilisés pour le combattre, donnaient une importance agricole et cynégétique d'actualité et d'avenir.

Mais une place prépondérante, la partie la plus délicate des recherches, devait être prise par la chimie. De là l'étroite collaboration qui s'est nouée entre le Service des Vertébrés et le Laboratoire de Phytopharmacie. Pendant près de trois ans, ils ont mené en commun l'expérimentation au laboratoire et aux champs, les enquêtes sur place et par correspondance.

La suite d'observations et d'expérimentations que nous publions ici n'aurait pu être conduite à bien, ni même entreprise, si de nombreux concours ne nous avaient été très largement apportés. Aussi, tenons-nous à exprimer notre reconnaissance aux administrations et personnalités auxquelles nous sommes redevables d'informations et de renseignements, ou bien de moyens et de ressources, sans lesquels notre travail n'aurait pas atteint le développement désirable : la Direction générale des Eaux et Forêts et M. le Conservateur des Eaux et Forêts Lilette, chef du 1er Bureau; M. le Conservateur des Eaux et Forêts Villenave, chef de la

Commission de chasse de Paris, et M. l'Inspecteur principal Brochard; M. Le Marié, Président du Comité national de la chasse, et M. Périère, secrétaire général; M. le Conservateur des Eaux et Forêts à Aix et M. l'Inspecteur principal, directeur des chasses présidentielles à Rambouillet; M. l'Inspecteur général de l'Agriculture Chavard, chargé de la direction agricole de Radio-Paris; Mme Feuillée-Billot, qui a donné au même poste une causerie intitulée : « Une enquête sur l'empoisonnement du gibier par les produits chimiques »; M. Prot, Directeur de l'École d'Agriculture d'Ahun; M. Trouvelot, Directeur du Laboratoire de campagne du Doryphore, et ses collaborateurs MM. Castets et Dixmeras; MM. les Directeurs des Services Agricoles et les Fédérations de chasse dans les départements que nous avons visités.

Notre enquête est redevable de sa grande diffusion à la Presse quotidienne, aux Revues d'Agriculture et de Chasse qui ont reproduit nos appels et l'*Avis aux chasseurs et aux agriculteurs* de 1935.

Une mention toute particulière est due au *Saint-Hubert-Club de France,* à la *Société centrale des Chasseurs,* au *Bulletin de l'Association des Lieutenants de Louveterie,* au *Chasseur français,* à *l'Acclimatation,* à la *Revue agricole,* à *Chasse et Agriculture.*

Nous assurons de notre vive gratitude le Saint-Hubert-Club de France qui, par un don, a facilité nos achats de gibier, et le Comité national de la Chasse, pour l'important crédit qu'il a bien voulu nous accorder sur les fonds réservés à l'amélioration de la chasse.

Par sa décision, le Comité national de la chasse nous apportait, en même temps, une approbation qui a été le meilleur des encouragements.

*
* *

Nous exposerons d'abord nos propres *recherches,* puis nous passerons en revue les éléments qu'a fournis l'*enquête.*

Ces deux parties seront suivies des *conclusions* que l'on peut en tirer; une *conclusion générale* résumera l'ensemble du travail.

Bien que notre enquête n'ait pas visé la possibilité d'une action des arsenicaux sur l'homme, nous avons reçu à ce sujet quelques renseignements qui feront l'objet d'une note à part. Disons seulement qu'aucun cas grave n'a pu être certifié et que les deux seuls cas certains d'intoxication passagère ont été causés par l'imprudence des opérateurs, au cours des traitements.

A. LES RECHERCHES DE LABORATOIRE.

Les essais, faits au Centre national de Recherches agronomiques de Versailles, ont porté sur 102 animaux, Perdrix, Lièvres et Lapins.

Il nous fallait d'abord chiffrer avec précision les doses mortelles pour le petit

gibier des différents arsenicaux couramment employés dans la lutte contre le Doryphore, et voir ensuite si la dose minima mortelle pour un Lièvre, un Lapin ou une Perdrix pouvait être pratiquement absorbée par ces animaux, au cours ou à la suite d'un traitement arsenical antidoryphorique.

En d'autres termes, une Perdrix pouvait-elle s'empoisonner en mangeant des larves ou des adultes de Doryphores intoxiqués par un arsenical? Un Lapin ou un Lièvre mangerait-il, en quantité suffisante pour s'empoisonner, des feuilles ou des tiges de plantes touchées par une pulvérisation ou un poudrage arsenical?

Comme il est possible et très vraisemblable que la nourriture prise en une journée par un animal ne contienne pas la dose minima mortelle, il importait de rechercher si la mort pouvait survenir à la suite d'une accumulation arsenicale, due à l'absorption de doses très petites, mais fréquemment répétées et données à courts intervalles. C'est là un point qui a grande valeur, car il se rapproche beaucoup de ce qui doit se passer dans la vie des animaux-gibier.

I. Toxicité des insecticides arsenicaux pour le gibier : doses minima mortelles.

Pour étudier la sensibilité des divers animaux aux sels d'arsenic, nous nous sommes placés d'abord dans des conditions rigoureusement définies. Notre première préoccupation a été ainsi d'évaluer les « doses minima mortelles » correspondant aux différents insecticides considérés (3).

Tous les chiffres sont évalués par kilogramme d'animal.

La dose minima mortelle est la quantité de poison nécessaire et suffisante pour provoquer à coup sûr la mort d'une espèce donnée. A partir de cette dose et au-dessus, l'animal succombe toujours, avec possibilité d'aggravation des symptômes et d'accélération de la mort; au-dessous, l'animal résiste, avec possibilité, pour les quantités peu inférieures, d'une intoxication passagère.

Nous avons recherché la dose minima mortelle en procédant par approximations successives; on commence par deux quantités de poison calculées d'après les données antérieures (16), l'une beaucoup plus faible, l'autre beaucoup plus forte que le chiffre vraisemblable.

Lorsqu'on a obtenu un mort et un résistant, on fractionne l'intervalle qui sépare les deux doses, jusqu'à ce qu'on obtienne un intervalle égal au cinquième de la dose inférieure. La plus petite quantité agissante est vérifiée sur un deuxième sujet : s'il y a concordance, on adopte ce chiffre comme dose minima mortelle.

1° Technique des essais.

Il est essentiel, pour une mesure de toxicité alimentaire, de placer les animaux dans des conditions aussi identiques que possible au point de vue digestif. On y

parvient en leur donnant, durant plusieurs jours, une alimentation déterminée, puis en les faisant jeûner pendant les heures qui précèdent l'intoxication.

On a éliminé d'autre part toute chance d'erreur dans l'administration des petites quantités de poison, en préparant des sortes de pilules qu'on pèse avec précision.

Après quelques tâtonnements, nous nous sommes arrêtés à la technique suivante pour la préparation de ces pilules. L'arsenical est intimement mêlé à une quantité d'amidon représentant de une à vingt-cinq fois son poids. Le mélange, additionné d'eau, donne une pâte un peu trop molle pour être façonnée entre les doigts. On la chauffe dans une capsule pendant deux ou trois minutes, sur une petite flamme, et on la triture avec une baguette de verre. Après évaporation d'un peu d'eau, on peut former des boulettes qui, séchées à la température ordinaire, deviennent très dures.

Quand les animaux ont reçu un poids exactement connu de pilules, on leur rend leur nourriture ordinaire et on les tient en observation.

2° Produits utilisés.

Nous nous sommes adressés à des produits de laboratoire de qualité courante, à savoir :

Arséniate de plomb. — Teneur en arsenic : 20,2 p. 100, au lieu de 21,6 p. 100, correspondant à la formule de l'arséniate diplombique AsO^4PbH.

Arséniate de calcium. — Les échantillons utilisés comme insecticide contiennent presque toujours un excès de Ca par rapport à la formule de l'arséniate tricalcique $(AsO^4)^2Ca^3$. C'est le cas pour notre produit qui donne à l'analyse 27,7 p. 100 d'As et 31,3 p. 100 de Ca.

Arséniate d'aluminium. — Teneur en As : 31,5 p. 100.

Acéto-arsénite de cuivre. — On a utilisé le vert de Paris (ou vert de Schweinfurth) ordinaire, titrant 42,2 p. 100 d'arsenic. Le chiffre théorique est 44,3, conformément à la formule $(CH^3CO^2)^2Cu.3(AsO^2)^2Cu$.

3° Doses minima mortelles pour le Lapin et le Lièvre.

Les expériences les plus complètes ont été faites sur le Lapin domestique, les résultats obtenus étant vérifiés sur le Lièvre et le Lapin de garenne.

a. *Lapins de clapier.* — La durée du jeûne est de vingt-quatre heures. Les pilules sont administrées de la façon suivante : pendant qu'un aide tient l'animal, l'opérateur lui maintient d'une main la bouche ouverte; de l'autre, il introduit les pilules qu'il doit faire glisser sur la langue jusqu'au delà des molaires. Le plus

souvent, le lapin les avale, sans les rejeter ni les broyer, bien que l'étroitesse du squelette de l'arrière-bouche rende parfois l'opération assez délicate.

Tableau I.

Intoxications aiguës de Lapins par l'arséniate de plomb.

NUMÉRO DU LAPIN.	DOSE PAR KILOGRAMME DE POIDS VIF		RÉSULTAT DE L'INTOXICATION.
	en arséniate.	en arsenic.	
	milligr.	milligr.	
5.....	55	11,1	Survie,
5.....	73	14,7	Survie.
6.....	75	15,2	Survie.
7.....	75	//	Mort au bout de 7 jours 10 heures.
8.....	86	17,4	Survie.
9.....	86	//	Survie.
7.....	86	//	Survie.
11.....	86	//	Survie.
10.....	100	20,2	Survie.
6.....	150	31,3	Survie.
13.....	200	40,4	Mort au bout de 40 heures.
16.....	200	//	Mort au bout de 4 jours 6 heures.
10.....	250	50,5	Mort au bout de 40 heures.
11.....	400	80,8	Mort au bout de 40 heures.

Tableau II.

Intoxications aiguës de Lapins par l'arséniate de calcium.

NUMÉRO DU LAPIN.	DOSE PAR KILOGRAMME DE POIDS VIF		RÉSULTAT DE L'INTOXICATION.
	en arséniate.	en arsenic.	
	milligr.	milligr.	
15.....	40	11,1	Survie.
6.....	50	13,8	Survie,
4.....	50	//	Mort au bout de 18 heures (1).
2.....	55	15,2	Survie.
1.....	70	19,4	Mort au bout de 40 heures.
3.....	70	//	Mort au bout de 90 heures.
4.....	70	//	Survie.
12.....	70	//	Survie.
14.....	85	23,5	Mort au bout de 51 heures.
52.....	85	//	Mort au bout de 55 heures.

(1) Le lapin 4 avait reçu, 91 jours avant, une dose de 70 milligrammes d'arséniate de calcium par kilogramme, à laquelle il avait résisté.

Tableau III.

Intoxications aiguës de Lapins par le Vert de Paris.

NUMÉRO DU LAPIN.	DOSE PAR KILOGRAMME DE POIDS VIF		RÉSULTAT DE L'INTOXICATION.
	en vert de Paris.	en arsenic.	
	milligr.	milligr.	
17.....	5,0	2,1	Survie.
20.....	10,7	4,5	Survie.
21.....	20,0	8,4	Survie.
25.....	25,0	10,5	Survie.
22.....	25,0	//	Mort au bout de 19 heures.
23.....	30,0	12,4	Mort au bout de 75 heures.
19.....	30,0	//	Mort au bout de 19 heures.
9.....	70,0	29,5	Mort au bout de 10 heures.

Tableau IV.

Intoxications aiguës de Lapins par l'arséniate d'aluminium.

NUMÉRO DU LAPIN.	DOSE PAR KILOGRAMME DE POIDS VIF		RÉSULTAT DE L'INTOXICATION.
	en arséniate.	en arsenic.	
	milligr.	milligr.	
29.....	55	17,3	Survie.
30.....	70	22,0	Mort au bout de 30 heures.
25.....	100	31,5	Mort au bout de 43 heures.

Les tableaux I à IV résument nos essais. Ils permettent d'admettre, pour les doses minima mortelles, les chiffres suivants :

Arséniate de plomb.....	200 mg.	du produit,	40 mg. d'As.
Arséniate de calcium.....	85 mg.	—	24 mg. d'As.
Arséniate d'aluminium.....	70 mg.	—	22 mg. d'As.
Vert de Paris.....	30 mg.	—	13 mg. d'As.

La dose d'arsenic mortelle varie ainsi de 1 à 3 quand on passe du vert de Paris à l'arséniate de plomb. Il est intéressant de remarquer que le rapport des toxicités est le même pour un insecte tel que le Doryphore. Dans un travail très précis sur cette question, R. Gros (9) a pu en effet écrire : « L'acéto-arsénite de cuivre donne, pour un poids d'arsenic métalloïdique trois fois moindre, des résultats équivalents à ceux d'un bon arséniate diplombique ».

Le petit nombre d'essais portant sur l'arséniate d'aluminium ne donne qu'une indication approchée ; on peut penser que sa toxicité est très voisine de celle de l'arséniate tricalcique.

La faible toxicité de l'arséniate de plomb était inattendue. On aurait pu croire en effet que la présence d'un métal toxique renforcerait l'activité de l'acide arsé-

nique. Afin de décider si le plomb pouvait jouer un rôle dans des empoisonnements aigus tels que nous les pratiquions, nous avons mesuré, par la même technique, la dose minima mortelle de l'acétate de plomb. Elle paraît voisine de 1 gramme par kilogramme, bien qu'à 1 gr. 2, un animal ait encore survécu (tableau V).

Tableau V.

Intoxications aiguës de Lapins par l'acétate de plomb.

NUMÉRO DU LAPIN.	DOSE PAR KILOGRAMME DE POIDS VIF.	RÉSULTAT DE L'INTOXICATION.
	milligr.	
9.....	170	Survie.
9.....	500	Survie.
17.....	575	Survie.
6.....	650	Mort au bout de 9 jours
7.....	730	Mort au bout de 3 jours.
12.....	730	Survie.
15.....	800	Survie.
12.....	925	Survie.
17.....	1.050	Mort au bout de 4 jours.
24.....	1.050	Mort au bout de 19 jours.
25.....	1.200	Survie.

En tous cas, il est évident que le plomb ne joue aucun rôle dans l'action léthale, aux doses où nous employons les arséniates.

b. *Lapins de clapier alimentés.* — Une première étape vers les conditions de la pratique a été réalisée par l'intoxication de Lapins alimentés normalement.

Sauf sur ce point, nous avons conservé la technique expérimentale indiquée. Les résultats obtenus précédemment sont confirmés (tableau VI); seul, le vert de Paris semble moins actif et n'amène la mort qu'à la dose de 40 milligrammes par kilogramme.

Tableau VI.

Intoxications aiguës de Lapins alimentés normalement.

NUMÉRO du LAPIN.	NATURE DU PRODUIT.	DOSE PAR KILOGRAMME DE POIDS VIF		RÉSULTAT DE L'INTOXICATION.
		en produit.	en arsenic.	
		milligr.	milligr.	
29	Arséniate de plomb....	150	30,3	Survie.
28	*Idem*.....	200	40,4	Mort au bout de 27 heures.
30	Arséniate de calcium...	65	18,0.	Survie.
27	*Idem*.....	85	23,5	Mort au bout de 46 heures.
32	*Idem*.....	85	//	Mort au bout de 20 heures.
26	Vert de Paris.....	30	12,7	Survie.
31	*Idem*.....	40	16,9	Mort au bout de 4 heures.

c. *Lièvres et Lapins de garenne.* — L'étude approfondie faite sur les Lapins domestiques nous a dispensés de multiplier les essais concernant les formes sauvages voisines. De simples vérifications ont paru suffisantes. Les doses minima mortelles déjà évaluées tuent le Lièvre et le Garenne, mais avec d'assez longs délais. Les doses inférieures n'entraînent généralement pas la mort (tableaux VII et VIII).

Tableau VII.

Intoxications aiguës de Lièvres.

NUMÉRO du LIÈVRE.	NATURE DU PRODUIT.	DOSE PAR KILOGRAMME DE POIDS VIF		RÉSULTAT DE L'INTOXICATION.
		en produit.	en arsenic	
		milligr.	milligr.	
2	Arséniate de plomb....	150	30,3	Survie.
3	*Idem*.....	200	40,4	Mort au bout de 60 heures.
2	Arséniate de calcium...	77	21,3	Survie.
2	Vert de Paris.....	25	10,5	Survie.
4	*Idem*.....	25	//	Mort au bout de 74 heures.

Tableau VIII.

Intoxications aiguës de Lapins de garenne.

NUMÉRO du LAPIN.	NATURE DU PRODUIT.	DOSE PAR KILOGRAMME DE POIDS VIF		RÉSULTAT DE L'INTOXICATION.
		en produit.	en arsenic.	
		milligr.	milligr.	
5	Arséniate de plomb....	200	40,4	Mort au bout de 52 heures.
2	Arséniate de calcium...	85	23,5	Mort au bout de 3 jours.
4	Vert de Paris.....	25	10,5	Mort au bout de 50 heures.
6	*Idem*.....	25	//	Survie.
3	*Idem*.....	30	12,7	Mort au bout de 20 heures.

Les chiffres donnés page 198 s'appliquent donc entièrement au Lièvre et au Garenne.

4° Intoxications répétées chez le Lièvre et le Lapin de clapier.

L'ingestion renouvelée de quantités d'arsenicaux inférieures à la dose minima mortelle peut amener deux conséquences : ou bien provoquer une accoutumance rendant l'animal plus résistant aux fortes doses, ou, au contraire, produire un effet d'accumulation entraînant une issue fatale, sans que l'ingestion quotidienne d'arsenic atteigne les niveaux précédemment définis.

Un certain nombre d'essais ont cherché à préciser ce point. Nous les avons réalisés parallèlement sur le Lapin domestique et le Lièvre. L'administration du toxique est faite tous les jours autant que possible, la dose initiale variant du

huitième à la moitié de la dose minima mortelle. Tous les cinq ou six jours, on augmente la quantité donnée. L'état de santé des animaux est suivi par des pesées fréquentes.

TABLEAU IX.

Intoxications répétées de Lapins de clapier et de Lièvres.

	LAPIN N° 38.	LAPIN N° 42.	LAPIN N° 44.	LAPIN N° 46.	LAPIN N° 47.	LIÈVRE N° 5.
Arséniate de plomb :						
Durée de l'expérience..	10 jours.	9 jours.	10 jours.	9 jours.	9 jours.	46 jours.
Nombre d'ingestions toxiques.....	9	6	7	8	8	37
Doses par kilogramme..	80 à 95 mg.	80 à 95 mg.	80 à 95 mg.	31 à 40 mg.	30 à 40 mg.	30 à 110 mg.
Poids total reçu par kg. { en arséniate	780 mg.	450 mg.	590 mg.	275 mg.	270 mg.	2.470 mg.
Poids total reçu par kg. { en arsenic.	157 mg.	100 mg.	119 mg.	55 mg.	54 mg.	499 mg.

	LAPIN N° 36.	LAPIN N° 39.	LAPIN N° 40.	LAPIN N° 43.	LAPIN N° 51.	LIÈVRE N° 6.
Arséniate de calcium :						
Durée de l'expérience..	3 jours.	3 jours.	12 jours.	2 jours.	5 jours.	19 jours.
Nombre d'ingestions toxiques.....	2	2	6	2	5	14
Doses par kilogramme..	35 mg.	35 mg.	35 à 40 mg.	35 mg.	25 à 30 mg.	25 à 35 mg.
Poids total reçu par kg. { en arséniate	70 mg.	70 mg.	215 mg.	70 mg.	130 mg.	410 mg.
Poids total reçu par kg. { en arsenic.	19 mg.	19 mg.	59 mg.	19 mg.	36 mg.	113 mg.

	LAPIN N° 41.	LAPIN N° 45.	LIÈVRE N° 2.
Acéto-arsénite de cuivre :			
Durée de l'expérience..	40 jours.	20 jours.	68 jours.
Nombre d'ingestions toxiques.....	29	18	48
Doses par kilogramme..	7 à 20 mg.	7 à 15 mg.	5 à 30 mg.
Poids total reçu par kg. { en arsénite.	390 mg.	192 mg.	848 mg.
Poids total reçu par kg. { en arsenic..	164 mg.	81 mg.	358 mg.

Il n'y a pas, dans ces essais, d'accoutumance au poison. Pour le vert de Paris, cependant, si on laisse entre chaque intoxication le temps nécessaire pour que l'animal revienne à son état normal, on peut dépasser la dose trouvée mortelle en intoxication unique (tableau X).

Il y a donc une certaine accoutumance à l'acéto-arsénite, à condition qu'un délai suffisant, permettant l'élimination de l'arsenic, sépare deux intoxications. Ce fait nous était déjà apparu dans les expériences de mesure des doses minima mortelles : avec le vert de Paris, nous avons dû nous servir toujours de Lapins neufs, sous peine de voir leur résistance augmenter à la suite d'une première intoxication.

TABLEAU X.

Intoxications par l'acéto-arsénite de cuivre.

	LAPIN N° 20.	LAPIN N° 15.	LAPIN N° 12 (1).
1re intoxication	10 mg. 7.	25 mg.	30 mg.
Intervalle	47 jours.	9 jours.	23 jours.
2e intoxication	20 mg.	30 mg.	40 mg.
Intervalle	20 jours.	20 jours.	19 jours.
3e intoxication	30 mg.	40 mg.	50 mg.
	Mort.	Mort.	Mort.
Durée de la survie	22 heures.	27 heures.	16 heures.

(1) Le lapin n° 12 avait reçu précédemment 70 mg. d'arséniate de calcium, puis, 14 jours après, 800 mg. d'acétate de plomb, puis, 32 jours après, 925 mg. d'acétate de plomb. La série au vert de Paris a suivi de 31 jours cette dernière intoxication.

Le cas de l'arséniate de calcium est très particulier : à plusieurs reprises, la mort est survenue avant que l'animal ait ingéré la valeur d'une dose mortelle unique (85 milligr. par kilogramme). Le Lapin paraît sensibilisé par une première intoxication produite vingt-quatre heures à l'avance. La résistance augmente beaucoup, si on introduit un intervalle de quarante-huit heures entre chaque ingestion toxique (Lapin n° 40). Il semble bien que l'élimination de l'arsenic joue un rôle capital dans ce phénomène.

Citons encore le cas du lapin n° 2 qui a reçu six fois de l'arséniate de calcium (de 30 à 60 milligr. par kilogramme), avec des intervalles de trois à sept jours. Il est mort après avoir absorbé en trois semaines 285 milligrammes d'arséniate (79 milligr. d'arsenic).

Une autre conclusion ressort de ces derniers essais, c'est la résistance beaucoup plus grande du Lièvre aux intoxications lentes. La quantité totale de produit ingérée jusqu'à la mort est de deux à neuf fois plus forte que pour le Lapin de clapier. Le cas du lièvre n° 2, intoxiqué au vert de Paris, est tout à fait frappant. Nous avons représenté, dans le graphique 1, la série des doses toxiques qui lui ont été administrées, ainsi que la courbe de son poids. Celle-ci reste constante pendant toute la durée des expériences, sauf aux périodes de jeûne.

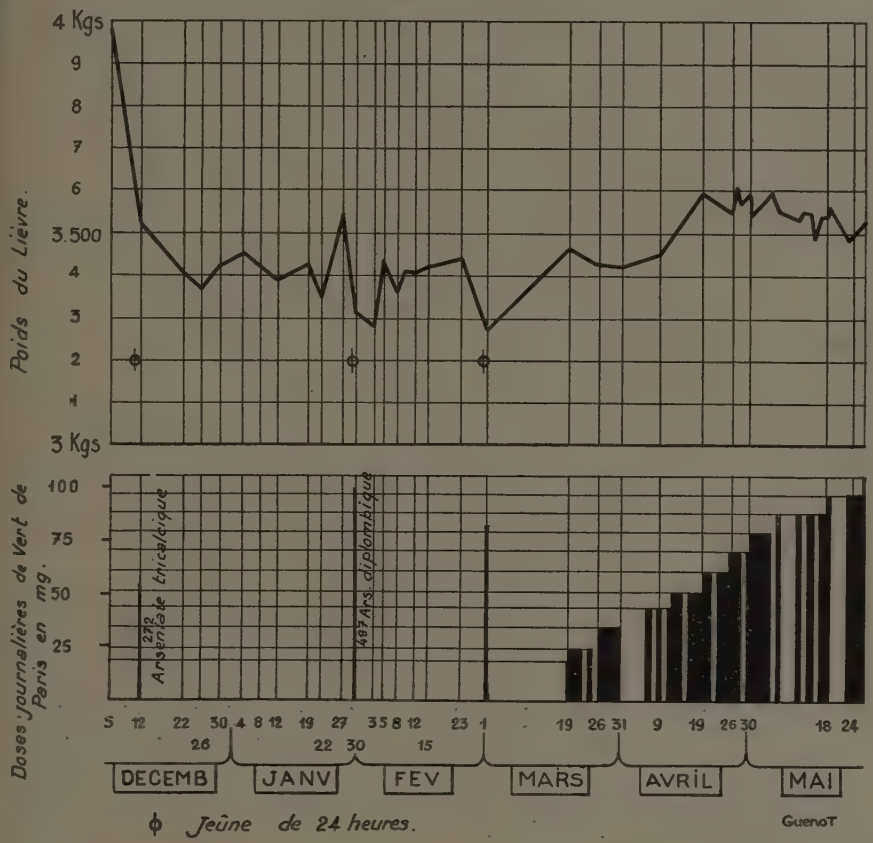
5° Étude de l'intoxication arsenicale chez le Lapin et le Lièvre.

a. *Observations sur les animaux intoxiqués.* — L'administration des arsenicaux ne laisse apparaître de signes cliniques que dans le cas des doses mortelles ou très voisines. Les quantités plus faibles n'entraînent en général qu'un manque d'appétit limité à la journée de l'intoxication.

Le peu d'action des doses non mortelles est prouvé par l'examen du poids des animaux. Le jeûne de vingt-quatre heures les fait maigrir plus que l'intoxication elle-même. Les Lièvres supportent particulièrement bien les absorptions répétées

d'arsenicaux. Outre l'exemple présenté dans la figure 1, nous citerons les deux cas suivants :

Le lièvre n° 5, qui a reçu trente-sept fois de suite de l'arséniate de plomb, est passé de 3 kilogr. 565 au début de l'essai, à 3 kilogr. 375 quelques jours avant



Graphique 1. — Essais sur le Lièvre n° 2.

sa mort. Le Lièvre n° 6, intoxiqué quatorze fois de suite à l'arséniate de calcium, a maigri seulement de 70 grammes pendant l'expérience.

Quand les doses deviennent dangereuses, on constate un désordre des fonctions digestives, se traduisant par une abondante diarrhée. Les excréments et l'urine contiennent souvent du sang.

La mort survient brusquement; l'animal est agité de soubresauts, de mouvements convulsifs; il pousse quelques cris aigus, ressemblant à des miaulements, et il tombe mort.

Les délais de survie sont plus courts avec l'arséniate tricalcique qu'avec le diplombique.

L'autopsie indique une congestion intense des organes abdominaux : intestin, foie, parois de l'estomac. Cette congestion paraît être générale et atteindre même le squelette. Les crânes des animaux intoxiqués sont injectés de sang, à tel point qu'il est impossible de les blanchir en vue de leur mise en collection.

Avec le vert de Paris, on a constaté à plusieurs reprises une paralysie de l'arrière-train ou des pattes; ce trouble disparaît peu à peu, si l'animal survit. Ce produit entraîne la mort très rapidement, presque toujours en moins de vingt-quatre heures.

b. *Élimination de l'arsenic chez le Lapin.* — La question primordiale dans les processus d'intoxication arsenicale est la rapidité d'élimination de l'élément toxique. Chez les individus normaux, cette élimination se fait assez rapidement par l'urine. Il semble, en première approximation, que la mort se produise quand les tissus ont atteint une certaine teneur en arsenic. Dans les intoxications aiguës, cette teneur est atteinte avec une seule dose. Dans les autres cas, l'animal ne meurt que si les ingestions de poison sont suffisamment rapprochées, pour que le taux de l'élimination reste inférieur à celui de l'absorption.

Ces données résultent de l'expérimentation classique faite sur le Chien, avec des arsenicaux plus toxiques que ceux qui nous ont servi ici. Il convenait donc de vérifier leur valeur dans le cas du Lapin et des arséniates insolubles.

Nous avons procédé à des analyses d'urine chez quelques animaux intoxiqués. Ceux-ci étaient placés dans une cage à double fond; une toile métallique retenait les fèces, tandis que l'urine tombait dans un bac de tôle.

Ces analyses de petites quantités d'arsenic, ainsi que toutes celles que nous signalerons dans la suite, ont été réalisées au moyen d'une micro-méthode permettant de doser quantitativement jusqu'à 0 milligr. 005 d'As. Les matières organiques sont soumises à la destruction sulfo-nitrique, avec des précautions suffisantes pour éviter toute perte d'arsenic. Cet élément est dosé ensuite suivant une technique dérivée de celle de Sanger et basée sur la coloration par AsH^3 d'un papier au chlorure mercurique (17).

Les tableaux XI, XII et XIII présentent les résultats obtenus sur la rapidité d'élimination de l'arsenic par l'urine.

L'élimination urinaire de l'arsenic est ici relativement lente. Dans nos essais, elle dépasse rarement 2 milligrammes par jour, soit le vingtième de la quantité ingérée. Elle cesse entre le 10e et le 15e jour qui suit l'intoxication. Il semble donc qu'une partie notable de l'arsenic soit retenue par l'organisme, pour les quantités voisines de la dose mortelle. L'élimination journalière est constante au début, avec tendance vers un maximum le 3e ou le 4e jour. Elle diminue ensuite de façon assez régulière. La courbe d'élimination est troublée par les variations, très grandes chez le Lapin, de l'urine émise en vingt-quatre heures.

Tableau XI.

Élimination urinaire de l'arsenic.

Lapin n° 4, pesant 2 kilogr. 270.
Intoxication à l'*arséniate de calcium* : 44 milligrammes d'arsenic au total.

JOURS APRÈS L'INTOXICATION.	QUANTITÉ D'URINE EN 24 HEURES.	ARSENIC PAR LITRE D'URINE.	ARSENIC URINAIRE EN 24 HEURES.
	centimètres cubes.	milligrammes.	milligrammes.
1	40	41,6	1,66
2	30	66,6	2,00
3	30	34,6	1,04
4	30	140,0	4,20
5-6	60	21,1	1,26
7-9	233	4,9	1,14
.....	.....	.....	.....
16	150	0,33	0,05

Total de l'arsenic éliminé par l'urine dans les 9 premiers jours : *14 mg. 8.*

Tableau XII.

Élimination urinaire de l'arsenic.

Lapin n° 6, pesant 2 kilogr. 550.
Intoxication à l'*arséniate de calcium* : 35 milligrammes d'arsenic au total.

JOURS APRÈS L'INTOXICATION.	QUANTITÉ D'URINE EN 24 HEURES.	ARSENIC PAR LITRE D'URINE.	ARSENIC URINAIRE EN 24 HEURES.
	centimètres cubes.	milligrammes.	milligrammes.
1	75	24,0	1,82
2	8	50,0	0,40
3	205	22,5	4,61
4-5	63	6,7	0,42
6	182	1,0	0,18
7-8	30	1,8	0,05
9-10	520	1,1	0,28
.....	.....	.....	.....
16	50	0	0
.....	.....	.....	.....
23	82	0	0

Total de l'arsenic éliminé par l'urine dans les 10 premiers jours : *8 mg. 42.*

TABLEAU XIII.

Élimination de l'arsenic par l'urine aussitôt l'intoxication.

NUMÉRO DU LAPIN.	PRODUIT EMPLOYÉ.	QUANTITÉ D'ARSENIC INGÉRÉE.	ÉLIMINATION URINAIRE D'ARSENIC APRÈS L'INTOXICATION.
		milligrammes.	
1	Arséniate de calcium.....	45	1er jour : 1 mg. 09.
3	Arséniate de calcium.....	41	1er jour : 0 mg. 75. 2e jour : 2 mg. 74.
9	Arséniate de plomb.....	39	1er et 2e jour : 1 mg. 70 par jour. 3e et 4e jour : 0 mg. 35 par jour.

c. *Solubilisation des arsenicaux dans l'appareil digestif.* — En raison de la différence de toxicité qui existe entre l'arséniate de plomb et l'arséniate de calcium, nous nous sommes demandés si la solubilité de ces produits ne jouait pas un rôle, et si les toxicités moindres ne correspondraient pas à des produits traversant le tube digestif sans s'y dissoudre totalement, c'est-à-dire sans pénétrer entièrement dans l'organisme.

Afin d'avoir une indication sur la valeur de cette hypothèse, nous avons dosé l'arsenic dans les excréments rejetés par les lapins dans les vingt-quatre ou les quarante-huit heures qui suivent les empoisonnements.

Voici les résultats obtenus :

TABLEAU XIV.

Élimination de l'arsenic dans les excréments.

NUMÉRO DU LAPIN.	PRODUIT EMPLOYÉ.	QUANTITÉ D'ARSENIC INGÉRÉE.	ARSENIC RETROUVÉ DANS LES FÈCES PAR 24 HEURES.
		milligrammes.	
1	Arséniate tricalcique.....	45	1er jour : 1 mg. 61.
3	Arséniate tricalcique.....	41	1er jour : 0 mg. 02.
4	Arséniate tricalcique.....	44	1er jour : 0 mg. 10. 2e jour : 0 mg. 58.
9	Arséniate diplombique.....	39	1er jour : 0 mg. 14. 2e jour : 0 mg. 41.
10	Arséniate diplombique.....	41	1er jour : 0. 2e jour : 4 mg. 86.

Pratiquement, la totalité de l'arsenic ingéré passe dans l'organisme. On a pu voir, d'ailleurs, que les petites quantités retrouvées dans les fèces au cours des vingt-quatre heures qui suivent l'intoxication *sont formées d'arsenic soluble dans l'eau.* Il est même possible que l'arsenic retrouvé ait déjà pénétré dans l'organisme et soit rejeté dans l'intestin par la voie biliaire. Nous admettrons donc que les arséniates sont entièrement solubilisés à l'intérieur du tube digestif.

6° Doses minima mortelles pour la Perdrix grise.

Les expériences ont été conduites comme pour les lapins, mais la durée du jeûne a été réduite à seize heures (de 18 heures au lendemain 10 heures). Les oiseaux absorbent les pilules sans difficulté.

Voici les résultats obtenus :

Tableau XV.

Intoxications aiguës de Perdrix par l'arséniate de plomb.

NUMÉRO DE LA PERDRIX.	DOSE PAR KILOGRAMME DE POIDS VIF.		RÉSULTAT DE L'INTOXICATION.
	EN ARSÉNIATE.	EN ARSENIC.	
	milligrammes.	milligrammes.	
6.....	250	50	Survie.
9.....	300	61	Mort au bout de 60 heures.
6.....	300	//	Mort au bout de 48 heures.
8.....	350	71	Mort au bout de 28 heures.
7.....	500	101	Mort au bout de 60 heures.
5.....	1.000	202	Mort au bout de 30 heures.
4.....	2.000	404	Mort au bout de 3 jours 4 heures.
3.....	5.000	1.010	Mort au bout de 18 heures.

Tableau XVI.

Intoxications aiguës de Perdrix par l'arséniate de calcium.

NUMÉRO DE LA PERDRIX.	DOSE PAR KILOGRAMME DE POIDS VIF.		RÉSULTAT DE L'INTOXICATION.
	EN ARSÉNIATE.	EN ARSENIC.	
	milligrammes.	milligrammes.	
13.....	6	1,7	Survie.
14.....	19	2,8	Survie.
13.....	15	2,6	Survie.
14.....	20	5,5	Survie.
12.....	20	//	Mort au bout de 26 heures.
13.....	25	6,9	Survie.
15.....	25	//	Survie.
16.....	35	9,7	Survie.
11.....	50	13,8	Mort au bout de 18 heures.
17.....	50	//	Mort au bout de 15 heures.
10.....	100	27,7	Mort au bout de 20 heures.

Tableau XVII.

Intoxications aiguës de Perdrix par le vert de Paris.

NUMÉRO DE LA PERDRIX.	DOSE PAR KILOGRAMME DE POIDS VIF.		RÉSULTAT DE L'INTOXICATION.
	EN VERT DE PARIS.	EN ARSENIC.	
	milligrammes.	milligrammes.	
14.....	10,8	4,5	Survie.
14.....	20,0	8,4	Survie.
16.....	25,0	10,5	Mort au bout de 24 heures.
18.....	25,0	//	Mort au bout de 20 heures.
13.....	30,0	12,7	Mort au bout de 4 heures.
15.....	31,0	13,1	Mort au bout de 16 heures.

Des tableaux XV, XVI et XVII, on peut déduire les doses minima mortelles suivantes :

Arséniate de plomb.....	300 mg. par kg. ou 60,6 mg.	d'arsenic.
Arséniate de calcium.....	50 mg. par kg. ou 13,8 mg.	—
Vert de Paris.....	25 mg. par kg. ou 10,6 mg.	—

Les ordres de grandeur sont tout à fait analogues à ceux que nous avons obtenus avec les Lapins ; les différences entre les produits sont cependant un peu plus grandes, l'arséniate diplombique se montrant moins toxique, l'arséniate tricalcique et le vert de Paris plus toxiques.

D'une façon générale, la Perdrix doit être considérée comme très sensible aux arsenicaux, relativement à d'autres oiseaux, tels que la Poule, qui leur offrent une résistance extraordinaire.

Nous avons cherché à confirmer les résultats obtenus par certains auteurs, notamment par E. Thomas et A. Shealy (20) qui ont fait absorber à des poulets 0 gr. 85 d'arséniate de plomb par jour pendant deux mois, sans aucun effet nuisible. Des ingestions de 10 grammes par jour n'amèneraient pas toujours la mort.

7° Essais sur une Poule.

Nous avons donc fait quelques essais sur une poule pesant 1 kilogr. 730. Elle reçoit d'abord 630 milligrammes d'arséniate de plomb par kilogramme sous forme de pilules : aucun effet visible. Cinq jours plus tard, elle en reçoit 3 grammes par kilogramme ; après une journée de dépression, elle reprend toute sa vitalité. Au bout de sept jours, nouvelle administration de 6 gr. 2 d'arséniate par kilogramme ; cette fois, la poule meurt au bout de dix jours, après avoir parue rétablie. Il reste des doutes sur la cause de la mort du volatile, dont l'état de santé laissait à désirer avant l'expérience. Même si on admet comme dose mortelle le chiffre de 6 grammes par kilogramme, nous nous trouvons en présence d'une quantité vingt fois plus forte que pour la Perdrix.

Cette différence de sensibilité aux poisons, entre deux espèces animales aussi voisines, est tout à fait caractéristique. Elle montre combien il faut être prudent pour conclure d'une espèce à une autre, en matière de toxicité.

8° Intoxications répétées chez la Perdrix grise.

Des doses croissantes renouvelées chaque jour ont été données aux Perdrix, comme on l'a fait pour les Lapins et les Lièvres. Ces essais sont résumés dans le tableau XVIII.

Tableau XVIII.

Intoxications lentes chez la Perdrix grise.

	ARSÉNIATE DE PLOMB.		ARSÉNIATE DE CALCIUM.		VERT DE PARIS.	
	N° 19.	N° 20.	N° 24.	N° 26.	N° 25.	N° 27.
Durée de l'expérience...	6 jours.	3 jours.	32 jours.	29 jours.	12 jours.	16 jours.
Nombre d'intoxications..	5	3	24	23	9	11
Doses reçues par kilogramme.....	50 mg.	50 mg.	10 à 30 mg.	15 à 35 mg.	7,5 à 10 mg.	7,5 à 10 mg.
Quantités totales reçues par kilogramme :						
Produit arsenical.....	250 mg.	150 mg.	490 mg.	355 mg.	77 mg. 5	95 mg.
Arsenic.....	50 mg. 5.	30 mg. 3.	135 mg.	153 mg.	32 mg. 7.	40 mg.

Le phénomène de sensibilisation produit chez le Lapin par l'arséniate tricalcique se retrouve ici avec l'arséniate diplombique : les intoxications répétées amènent la mort pour une quantité totale de poison inférieure à la dose minima mortelle unique. L'arséniate de calcium est beaucoup mieux supporté.

II. Possibilités d'empoisonnement du gibier dans les conditions naturelles.

1° Alimentation de Lapins par des plantes traitées aux arsenicaux.

La principale cause d'empoisonnement pour les Mammifères herbivores serait la consommation des plantes adventices, soit dans les champs de pommes de terre, soit à leur voisinage immédiat.

E. Blanchard(2) a abordé en 1932 l'étude de cette question en nourrissant un lapin avec des salades traitées aux arsenicaux. Au bout d'un mois, l'animal avait engraissé plus que les témoins.

Des publications du docteur J. Feytaud (5, 6) et de B. Trouvelot (21, 22), on peut déduire les chiffres suivants concernant l'intensité des traitements communément appliqués en France sur les champs de pommes de terre :

— un hectolitre de bouillie renferme 1,5 à 2 kilogrammes de produit commercial à 10 p. 100 d'arsenic, soit 150 à 200 grammes d'arsenic;

— quantité de bouillie épandue à l'hectare : 800 à 1.200 litres;

— un hectare de pommes de terre reçoit donc de 1.200 à 2.400 grammes d'arsenic.

D'autre part, les analyses effectuées par l'un de nous sur des feuilles de pommes de terre traitées contre le Doryphore (18), et dont une partie seulement a été publiée, permettent d'évaluer à un chiffre moyen de 0 milligr. 01 par centimètre carré, la quantité d'arsenic restant sur les plantes après un traitement.

Nous avons cherché, dans cette partie des essais, à nous placer autant que possible dans les conditions de la pratique.

Un insecticide arsenical commercial est pulvérisé aux doses indiquées précédemment, sur une plante facilement consommée par les Lapins. Quand la bouillie déposée est sèche, on vérifie par l'analyse la teneur de la plante en arsenic, et on en donne à un Lapin, soit une certaine surface, soit un certain poids. L'animal a pu être soumis à un jeûne qui augmente son appétit. Au bout de quelques heures on évalue, soit la surface, soit le poids des végétaux non consommés. Si on procède par pesée, on tient compte naturellement de l'évaporation dont la valeur est donnée par une quantité d'herbe conservée comme témoin dans des conditions analogues.

Ces essais sont résumés dans le tableau XIX.

TABLEAU XIX.

Alimentation de Lapins avec des plantes traitées aux arsenicaux.

LAPIN. N°	LAPIN. POIDS.	DURÉE du JEÛNE.	PLANTE OFFERTE.	PRODUIT PULVÉRISÉ.	TENEUR DE LA PLANTE en arsenic.	QUANTITÉ de PLANTE CONSOMMÉE.	QUANTITÉ MAXIMA d'arsenic ingérée.
	kilogr.				milligr.		milligr.
26	2,262	0	Chou	Arséniate de plomb	25 par cm².	650 cm² en 24 heures.	16,0
26	—	20 heures.	*Idem.*	*Idem.*	12,7 —	510 — en 4 heures.	6,5
33	1,935	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	10,7 —	1.081 — en 4 heures.	15,7
34	2,040	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	37 —	1.880 — en 4 heures.	69,5
35	2,160	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	10,7 —	2.328 — en 4 heures.	20,9
26	2,428	21 heures.	*Idem.*	*Idem.*	170 par kilog.	73 gr. en 5 heures.	12,4
33	2,023	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	170 —	159 — en 5 heures.	27,0
34	2,248	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	170 —	125 — en 5 heures.	21,2
35	2,298	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	170 —	211 — en 5 heures.	35,9
33	—	0	Liseron des champs	*Idem.*	960 —	108 — en 24 heures.	103,0
34	2,514	0	*Idem.*	*Idem.*	960 —	264 — en 24 heures.	253,0
33	2,394	6 heures.	Pissenlit	*Idem.*	196 —	470 — en 18 heures.	94,0
35	2,644	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	196 —	423 — en 18 heures.	83,0
26	—	*Idem.*	*Idem.*	Vert de Paris	140 —	125 — en 18 heures.	17,0
33	2,394	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	140 —	150 — en 18 heures.	21,0
34	—	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	140 —	150 — en 18 heures.	21,0
35	—	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	140 —	150 — en 18 heures.	21,0
26	2,700	*Idem.*	Feuilles de carottes	Arséniate de calcium	97 —	250 — en 24 heures.	24,0
33	2,634	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	97 —	250 — en 24 heures.	24,0
34	2,804	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	97 —	250 — en 24 heures.	24,0
35	2,804	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	97 —	200 — en 24 heures.	19,0

Comme on le voit, les essais ont tous été faits sur une même série de 4 Lapins. Ils ont duré du 15 juin au 17 juillet. Malgré une moyenne de 5 rations toxiques en trente-deux jours, ces animaux n'ont pas paru souffrir de ce régime et même, pendant cette période ils ont vu leur poids augmenter respectivement de : 436 grammes, 699 grammes, 764 grammes, 644 grammes.

Les quantités d'arsenic ingérées portées au tableau n'ont qu'une valeur relative; les bouillies arsenicales n'adhèrent jamais parfaitement aux plantes et les Lapins en font tomber une bonne partie en mangeant les végétaux. Il est possible également qu'ils choisissent les parties de plantes les moins fortement traitées. Il serait difficile d'expliquer l'absence de toute intoxication, s'ils avaient réellement ingéré certaines des doses calculées dans le tableau. Il est possible également qu'une forte dose d'arsenic soit moins dangereuse si elle est répartie sur une journée, que si elle est absorbée d'un seul coup, sous forme de pilules.

Une remarque se dégage de l'ensemble de ces essais : c'est la répugnance marquée des Lapins pour les végétaux traités. Dès qu'on leur donne cette nourriture, ils se jettent dessus, avec d'autant plus d'appétit qu'ils ont jeûné plus longtemps; ils en consomment une assez grande quantité, puis s'arrêtent brusquement et ne s'y attaquent plus qu'à de longs intervalles, poussés par la faim. Nous en avons même vu certains rester vingt-quatre heures sans toucher à la nourriture traitée. Dès qu'on leur donne des végétaux frais, ils se remettent à les manger avidement.

Cette répugnance pour les plantes souillées de sels arsenicaux n'a pu être traduite en chiffres dans les cas les plus caractéristiques. Dans une expérience cependant, où deux lapins recevaient des liserons contenant 960 milligrammes d'arsenic par kilogramme (dose très élevée), on a donné autant de liserons non traités à deux autres lapins; les consommations en vingt-quatre heures ont été les suivantes :

Liserons traités.	264 grammes. 108 —	Liserons non traités.	438 grammes. 374 —
Moyenne....	186 grammes.	Moyenne....	406 grammes.

Dans les essais suivants, on a cherché à obtenir des doses plus faibles. La répugnance des lapins a diminué, mais ils ne se sont pas davantage empoisonnés.

Voici les consommations en dix-huit heures, pour des pissenlits contenant 196 milligrammes d'arsenic par kilogramme.

Pissenlits traités.	470 grammes. 423 —	Pissenlits non traités.	695 grammes. 481 —
Moyenne....	446 grammes.	Moyenne....	588 grammes.

Conclusion. — Il semble impossible que, dans les conditions naturelles, des Lapins ou des Lièvres s'intoxiquent par les herbes souillées de pulvérisations arsenicales, s'ils ont à leur disposition des plantes non traitées. Il faut noter, en outre, que ces animaux ne mangent pas les feuilles de pommes de terre elles-mêmes et que, d'ailleurs, ces cultures sarclées sont généralement pauvres en plantes adventices.

2° Perdrix grise. Teneur en arsenic des Doryphores intoxiqués.

On explique le plus souvent les empoisonnements de Perdrix par la consommation d'insectes recueillis dans les champs traités. Pour qu'une intoxication se produise dans ces conditions, il faut :

D'une part que les Perdrix soient assez avides de Doryphores pour en consommer des quantités considérables ;

D'autre part que les insectes apportent avec eux des quantités suffisantes de poison.

Le premier point est étudié dans la note qui accompagne le présent travail. Cette note conclut que la Perdrix grise peut manger des larves de Doryphores, mais que cette consommation atteint au maximum deux ou trois dizaines de larves par jour, si l'oiseau a d'autres aliments à sa disposition. Les larves intoxiquées, et même les larves mortes depuis peu de temps, mais conservant leur aspect normal, sont également acceptées en petit nombre. (Voir p. 241.)

L'arsenic qui accompagne les Doryphores après les traitements comprend d'une part l'arsenic ingéré par l'insecte, d'autre part celui qu'il porte à l'extérieur de son corps. Voici quelques chiffres obtenus avec les insectes ramassés morts dans des champs traités normalement, ou placés sur des pieds de pommes de terre nouvellement traités, et récoltés après leur mort.

Tableau XX.

Arsenic chez les Doryphores tués par les traitements.

STADE DES INSECTES.	NATURE DU TRAITEMENT.	TRAITEMENT DIRECT sur les insectes.	QUANTITÉS D'ARSENIC par individu [1].
Insectes parfaits	Poudrage	Oui.	15 μ 0
Idem	*Idem*	Oui.	13 μ 2
Idem	Pulvérisation	Non.	7 μ 1
Larves du 4e âge	Poudrage	Non.	8 μ 0
Idem	Pulvérisation	Non.	10 μ 5
Larves des 3e et 4e âges	Poudrage	Oui.	9 μ 0
Idem	*Idem*	Oui.	8 μ 5
Idem	Pulvérisation	Oui.	8 μ 0
Larves de tous âges	*Idem*	Oui.	3 μ 9

[1] La lettre μ désigne le millième de milligramme.

La 3e colonne du tableau permet de distinguer les insectes qui se trouvaient sur les plantes au moment où le traitement a été fait, et ceux qui y ont été placés ensuite ; bien que les premiers aient reçu directement la projection de produits arsenicaux, il ne semble pas qu'il y ait une grande différence entre les deux cas.

Les larves du 4e âge que nous avons utilisées dans ces essais pesaient 145 milligrammes par individu; les larves de tous âges, mais surtout des 3e et 4e, telles qu'on les ramasse dans les champs fort contaminés, au moment où se font les traitements, pèsent 70 milligrammes en moyenne. Enfin les larves du 3e âge et du début du 4e pèsent environ 100 milligrammes; ce sont celles qu'on utilise d'ordinaire dans les essais d'insecticides.

TABLEAU XXI.

Arsenic chez des Doryphores intoxiqués, mais vivants.

STADE DES INSECTES.	NATURE DU TRAITEMENT.	TRAITEMENT DIRECT sur les insectes.	DURÉE DU SÉJOUR sur les plantes traitées.	QUANTITÉS D'ARSENIC par individu.
Adultes	Pulvérisation	Non.	6 h. 1/2.	9 μ 2
Larves du 4e âge	*Idem*	Oui.	3 heures.	9 μ 6
Idem	*Idem*	Non.	10 heures.	3 μ 0[1]
Larves des 3e et 4e âges	*Idem*	Non.	6 heures.	1 μ 9

[1] Larves placées sur les plantes 48 heures après le traitement.

Les différences de teneur en arsenic, entre les insectes vivants et morts, ne sont pas énormes. Il semble que le facteur le plus important est le temps qui s'est écoulé entre le traitement et le prélèvement des insectes. Dans une expérience faite sur des pieds traités par bouillie, on a placé des larves du 3e âge sur le feuillage, avec des délais variables, et on les a analysées après leur mort. Voici les résultats obtenus :

	ARSENIC TOTAL par larve :
Contamination faite aussitôt le traitement (moyenne de 10 lots)	2 μ 0
Contamination faite 5 jours après le traitement (moyenne de 2 lots)	0 μ 6
Contamination faite 10 jours après le traitement (moyenne de 2 lots)	0 μ 5
Contamination faite 15 jours après le traitement (moyenne de 2 lots)	0 μ 5

La consommation par les Perdrix, de larves tuées par l'arsenic, ne peut se faire qu'aussitôt leur mort. Les larves changent en effet rapidement d'aspect : elles deviennent brunes, puis noires en quelques heures, tombent le plus souvent sur le sol et, si le temps est chaud, se dessèchent dans l'espace d'une demi-journée pour former un petit grain durci, où rien ne rappelle l'aspect de la larve rouge.

L'intoxication se produisant pour la plupart des insectes dans les quarante-huit heures qui suivent le traitement, la période pendant laquelle les perdreaux pourraient absorber des insectes riches en arsenic est très brève.

Nous avons cherché à compléter, au moyen d'essais systématiques sur l'empoisonnement des Doryphores, les données fournies par les insectes ramassés au hasard des traitements.

Nous avons donc placé des insectes sur des pieds de pommes de terre, avant ou après traitement, et nous en avons prélevé un certain nombre au bout de délais plus ou moins longs. Certains ont été lavés, pour permettre d'évaluer uniquement l'arsenic qui se trouve à l'intérieur du corps.

Tableau XXII.

Expérience d'intoxication sur Doryphores adultes.

Insectes placés, après pulvérisation, sur des feuilles contenant 22 μ 1 d'As par centimètre carré :

SÉJOUR DES INSECTES SUR LES FEUILLES TRAITÉES.	ARSENIC TROUVÉ PAR INDIVIDU.		ÉTAT DES INSECTES.
	Total.	Interne.	
6 heures et demie	9 μ 2	5 μ 5	Vivants.
30 heures	7 μ 1	3 μ 4	Morts.

Tableau XXIII

Expériences d'intoxication sur larves de Doryphores.

Larves du 4^{e} âge placées sur des plantes traitées à l'avance par *pulvérisation* et portant 22 μ 5 d'As par centimètre carré :

SÉJOUR DES INSECTES SUR LES PLANTES TRAITÉES.	ARSENIC TROUVÉ PAR INDIVIDU.		ÉTAT DES INSECTES.
	Total.	Interne.	
3 heures	9 μ 6	2 μ 6	Vivants.
6 heures	6 μ 0	2 μ 8	Vivants ou morts.
10 heures	5 μ 0	3 μ 5	Vivants ou mourants.
25 heures	6 μ 1	3 μ 9	Morts.

Larves de 4^{e} âge placées, avant le traitement, sur des plantes traitées par *poudrage* et portant 17 μ 7 d'As par centimètre carré :

SÉJOUR DES LARVES SUR LES PLANTES.	ARSENIC TOTAL PAR INDIVIDU.	ÉTAT DES INSECTES.
3 heures	4 μ 9	Vivants.
6 heures	4 μ 4	Vivants ou morts.
25 heures	8 μ 1	Morts.

Il est difficile de faire une moyenne de tous les chiffres trouvés ; trop de facteurs varient d'une analyse à l'autre. Nous admettrons simplement un ordre de grandeur : de 5 à 8 μ pour les grosses larves (50 μ par gramme de larves), 10 μ pour les adultes quand les insectes sont recueillis peu de temps après le traitement. Ces chiffres doivent correspondre à un maximum ; les insectes qui les ont donnés ont été ramassés, pour la plupart, sur des plantes traitées de façon plus intense qu'on ne le fait d'ordinaire. Dans les intoxications d'insectes réalisées plusieurs jours après le traitement, les chiffres d'arsenic total deviennent vraiment négligeables.

Si nous nous plaçons dans les cas les plus favorables à l'intoxication, une Perdrix de 200 grammes devrait consommer, sous forme d'arséniate de calcium, 2 milligr. 8 d'arsenic pour être empoisonnée. A raison de 8 μ par larve de Doryphore, ce chiffre représente 350 larves pesant ensemble 50 grammes. Il est manifestement impossible que cette quantité soit absorbée dans une journée.

De jeunes perdreaux seraient évidemment plus exposés à l'empoisonnement ; celui-ci exigerait cependant la réunion d'un ensemble de circonstances favorables :

champ traité de façon intense depuis deux jours au plus ;

température modérée empêchant une altération rapide des insectes intoxiqués ;

perdreaux privés de toute autre nourriture.

Nous croyons traduire exactement les faits expérimentaux, en qualifiant *d'exceptionnels* les risques d'empoisonnements arsenicaux de Perdrix, au cours des traitements antidoryphoriques.

Cette conclusion, basée sur nos essais de laboratoire, sera confirmée par les résultats de l'enquête que nous exposons dans la 2e partie de ce travail.

III. Dosages d'arsenic chez les animaux-gibier empoisonnés.

Au cours de nombreuses expériences, nous avons cherché à évaluer la quantité d'arsenic qu'on peut retrouver dans les cadavres d'animaux morts d'intoxication. Ceci devait nous permettre d'une part, de juger s'il y a danger à consommer la chair de tels animaux, d'autre part de reconnaître à coup sûr, par des analyses toxicologiques, le gibier détruit dans les conditions naturelles par les traitements arsenicaux. Les dosages ont été faits sur deux organes :

a. Le foie qui est, avec le rein, l'organe le plus riche en arsenic chez les animaux empoisonnés. Il a été préféré au rein, dont les teneurs en éléments toxiques varient beaucoup suivant l'élaboration de l'urine ;

b. Le muscle, qui est de beaucoup le tissu le plus abondant et le plus largement consommé par l'homme.

Nous indiquerons séparément les résultats donnés par le Lapin d'une part, par la Perdrix grise d'autre part. Les intoxications répétées seront séparées des into-

xications par dose unique. Les dosages faits sur quelques animaux normaux nous indiqueront l'ordre de grandeur des quantités d'arsenic décelées par notre méthode dans les tissus des animaux normaux.

Nous avons ajouté au tableau XXIV les analyses de quelques Lapins intoxiqués à l'arsénite de sodium, en vue d'un autre travail.

Tableau XXIV.

Arsenic dans les organes de Lapins intoxiqués par une ingestion unique.

DÉSIGNATION DE L'ANIMAL.	POIDS.	QUANTITÉ D'ARSENIC ingérée.	DURÉE de la SURVIE.	MUSCLE. — ARSENIC par 100 gr.	FOIE. POIDS.	FOIE. ARSENIC par 100 gr.
	kilogr.	milligr.	heures.	milligr.	grammes.	milligr.
Animaux normaux non intoxiqués :						
Lapin n° 37	2,363	–	–	0,00	96,0	0,01
Lapin n° 50	2,837	–	–	0,00	87,0	0,03
Intoxication par l'arséniate de plomb :						
Lapin de garenne n° 5	1,155	46	52	0,23	47,1	1,17
Intoxications par l'arséniate de calcium :						
Lapin n° 3	2,115	41	90	0,07	84,0	1,29
Lapin n° 1	2,320	45	40	0,14	78,5	1,94
Lapin de garenne n° 2	1,335	31	72	0,28	49,5	3,24
Intoxication par l'arséniate d'aluminium :						
Lapin n° 29	2,370	41	50	5,31	–	11,00
Intoxication par le vert de Paris :						
Lapin de garenne n° 3	1,060	13	18	0,28	35.0	2,25
Intoxications par l'arsénite de sodium :						
Lapin n° 33	2,634	moins de 100	24	0,51	106,3	2,93
Lapin n° 26	2,700	moins de 100	30	0,32	75,5	3,31
Lapin n° 48	2,635	?	36	0,10	104,6	1,46
Lapin n° 34	2,804	moins de 100	40	0,06	77,8	1,17

Tableau XXV.

Arsenic dans les organes de Lapins et de Lièvres intoxiqués par des ingestions répétées.

DÉSIGNATION DE L'ANIMAL.	POIDS.	QUANTITÉ TOTALE D'ARSENIC INGÉRÉE.	MUSCLE. — ARSENIC par 100 gr.	FOIE. POIDS.	FOIE. ARSENIC par 100 gr.
	kilogr.		milligr.	grammes.	milligr.
Intoxications par l'arséniate diplombique :					
Lapin n° 38	2,056	338 milligr. en 10 jours.	0,14	65,7	2,25
Lapin n° 42	2,243	218 milligr. en 9 jours.	0,21	54,5	3,25
Lapin n° 44	2,470	294 milligr. en 9 jours.	0,11	96,0	2,50
Lapin n° 46	2,845	148 milligr. en 9 jours.	0,12	86,6	3,00
Lapin n° 47	3,525	180 milligr. en 9 jours.	0,11	109,5	1,33
Lièvre n° 5	3,643	1470 milligr. en 46 jours.	0,19	67,6	4,00
Intoxications par l'arséniate tricalcique :					
Lapin n° 2	2,510	190 milligr. en 23 jours.	0,10	101,1	1,19
Lapin n° 36	2,345	46 milligr. en 2 jours.	–	53,4	10,00
Lapin n° 39	2,533	48 milligr. en 2 jours.	0,22	64,8	4,00
Lapin n° 40	2,478	145 milligr. en 12 jours.	0,17	43,4	2,10
Lièvre n° 6	2,685	293 milligr. en 20 jours.	0,57	62,2	3,54

Tableau XXVI.

Arsenic chez les Perdrix grises empoisonnées par l'arsenic. — Intoxications aiguës.

DÉSIGNATION DE LA PERDRIX.	POIDS.	QUANTITÉ D'ARSENIC ingérée.	DURÉE de la SURVIE.	MUSCLE. — ARSENIC par 100 gr.	FOIE. POIDS.	FOIE. ARSENIC par 100 gr.
	grammes.	milligr.	heures.	milligr.	grammes.	milligr.
Animaux normaux non intoxiqués :						
Perdrix	280	–	–	traces.	5,5	0,03
Perdrix n° 21	195	–	–	0,00	5,2	traces.
Perdrix n° 22	255	–	–	traces.	5,9	traces.
Perdrix n° 23	209	–	–	0,00	7,2	0,00
Intoxications par l'arséniate diplombique :						
Perdrix n° 4	324	131	76	0,11	–	0,43
Perdrix n° 7	277	28	60	0,10	5,5	0,50
Intoxication par l'arséniate tricalcique :						
Perdrix n° 17	321	4	15	0,24	6,3	1,05
Intoxication par le vert de Paris :						
Perdrix n° 18	351	4	20	0,10	6,4	1,06

TABLEAU XXVII.

Arsenic chez les Perdrix grises. — Intoxications répétées.

NUMÉRO DE LA PERDRIX.	POIDS.	QUANTITÉ TOTALE D'ARSENIC INGÉRÉE.	MUSCLE. — ARSENIC par 100 gr.	FOIE. POIDS.	FOIE. ARSENIC par 100 gr.
	grammes.		milligr.	grammes.	milligr.
Intoxication par l'arséniate de calcium :					
24	245	36 milligr. en 32 jours.	0,36	5,2	0,73
Intoxications par le vert de Paris :					
25	300	11 milligr. en 11 jours.	0,45	4,0	1,12
27	322	12 milligr. en 16 jours.	0,21	6,6	—

Les chiffres d'arsenic paraissent ne dépendre ni de la nature du produit, ni de la quantité ingérée. Dans le muscle du Lapin, la répétition des ingestions toxiques n'augmente pas la teneur; on obtient un chiffre moyen de 0 milligr. 230 par 100 grammes de viande, dans le cas d'intoxication unique, contre 0 milligr. 194 dans le cas contraire. Les chiffres donnés par le foie sont très réguliers, sauf deux exceptions. Ils fournissent une moyenne de 2 milligr. 08 en empoisonnement aigu, contre 3 milligr. 02, si les doses toxiques sont renouvelées.

Les remarques faites sur le Lapin s'appliquent à la Perdrix; en valeur absolue, les chiffres trouvés sont du même ordre. Cependant, il semble qu'ici les teneurs du foie en arsenic ne sont pas influencées par la multiplication des ingestions toxiques, tandis que celles des muscles sont en moyenne plus fortes en intoxications répétées (0 milligr. 34), que dans les cas de dose unique (0 milligr. 14). Ce point demande confirmation, en raison du trop petit nombre des analyses.

Deux grandes conclusions se dégagent de ce chapitre :

1° La chair des animaux empoisonnés (muscles), quelle que soit la dose ingérée, ne dépasse jamais 5 milligrammes d'arsenic par kilogramme, et elle est vraisemblablement beaucoup moins forte chez les sujets encore bien vivants, tels qu'on risque de les rencontrer à la chasse. Elle n'est donc pas dangereuse pour le consommateur humain, ni même pour un chien qui dévorerait du gibier mort;

2° On pourra conclure avec grande vraisemblance à une intoxication arsenicale, quand l'analyse donnera, pour les cadavres d'animaux suspects d'empoisonnement, les chiffres suivants :

Lapin et Lièvre :

Dans le muscle ..... 0 milligr. 1 à 0 milligr. 5 par 100 grammes.
Dans le foie ..... 1 à 4 milligrammes par 100 grammes.

Perdrix grise :

Dans le muscle ..... 0 milligr. 1 à 0 milligr. 5 par 100 grammes.
Dans le foie ..... 0 milligr. 5 à 1 milligr. 5 par 100 grammes.

IV. Conclusions des recherches de laboratoire.

1° Les doses minima d'arsenic, mortelles pour le Lapin de clapier, varient de 1 à 3, suivant qu'elles sont données sous forme d'acéto-arsénite de cuivre ou d'arséniate de plomb. La toxicité des arséniates de calcium et d'aluminium est intermédiaire. La sensibilité du Lapin de clapier envers l'arséniate de calcium est augmentée, lorsque le poison est administré en plusieurs petites doses quotidiennes.

2° Les doses mortelles sont les mêmes pour le Lièvre et le Lapin de garenne que pour le Lapin de clapier. Cependant, le Lièvre résiste beaucoup mieux que le Lapin aux intoxications lentes.

3° L'élimination de l'arsenic par l'urine est assez lente chez le Lapin.

4° Les sels arsenicaux employés contre le Doryphore, bien qu'insolubles dans l'eau, se solubilisent dans le tube digestif des Lapins et semblent absorbés entièrement par leur organisme.

5° Les doses mortelles par kilogramme d'animal sont à peu près les mêmes pour la Perdrix grise que pour le gibier à poil. La Perdrix est beaucoup plus sensible aux arsenicaux que d'autres oiseaux, notamment la Poule qui leur est extrêmement résistante.

6° On n'a pas réussi à intoxiquer gravement les Lapins de clapier en les nourrissant d'herbes traitées par des bouillies arsenicales.

7° Il paraît très improbable que les Perdrix grises puissent s'empoisonner en consommant des Doryphores dans les champs traités aux arsenicaux.

8° Les organes des animaux-gibier empoisonnés ne contiennent pas suffisamment d'arsenic pour nuire à un consommateur éventuel. Ces teneurs sont caractéristiques des intoxications mortelles et l'analyse chimique est capable d'indiquer avec certitude si la mort d'un animal-gibier est due à l'arsenic.

B. L'ENQUÊTE.

1. Organisation de l'enquête.

Nous avons cherché à donner à notre enquête la diffusion la plus étendue :

a. Notes radiodiffusées en 1934 et 1935 par le Poste Radio-Paris;

b. Insertions dans toutes les Revues susceptibles d'atteindre les chasseurs;

c. En 1935, publication d'un « Avis aux chasseurs et aux agriculteurs », tiré à un grand nombre d'exemplaires et envoyé :

Aux Préfectures;

Aux Directeurs des Services agricoles;

Aux Fédérations départementales de chasseurs;

Au Service de la Défense des végétaux et à ses inspecteurs;
Aux Centres et Stations de recherches agronomiques;
Aux Services forestiers;
Aux principaux journaux régionaux et locaux.

Rien ne fut négligé dans la diffusion de l'« Avis »; toute demande d'exemplaires fut immédiatement et largement satisfaite. La correspondance fut nombreuse et nous n'avons jamais hésité devant une lettre, lorsqu'il s'agissait d'obtenir un éclaircissement ou de provoquer un témoignage;

d. Visites personnelles dans 14 départements (Allier, Charente-Inférieure, Cher, Creuse, Eure-et-Loir, Indre, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Loiret, Nièvre, Deux-Sèvres, Vendée, Vienne, Haute-Vienne), où nous nous sommes efforcés de voir les Chefs de division de préfectures ayant la chasse dans leurs attributions; les Directeurs de Services agricoles; les Présidents ou les Secrétaires des Fédérations départementales de chasse, ainsi que quelques-uns de leurs adhérents, parmi ceux dont les noms nous avaient été communiqués.

II. Résultats de l'enquête.

1° Gibier[1].

Préfectures. — Tant par correspondance que par communication orale au cours de nos deux déplacements de 1934 et 1935, nous avons eu réponse de la Préfecture de 33 départements.

4 préfectures seulement signalent quelques observations relatives à un empoisonnement de gibier. En regard, nous inscrivons 57 préfectures, qui, malgré un rappel d'enquête, se sont désintéressées de la question, et 29 préfectures qui communiquent n'avoir pas eu connaissance de destruction de gibier par des insecticides.

Voici quelles sont les quatre réponses positives :

Dans l'*Indre-et-Loire* et le *Cher,* on a parlé de destruction de gibier, sans apporter aucune précision.

En *Eure-et-Loir,* il y a eu des dégâts causés par l'arsenic, mais les faits sont assez anciens : ils remontent à l'année où on utilisait le blé arsenical contre les Campagnols.

Dans l'*Aude,* la préfecture a fait procéder à une enquête : « ···Il résulte qu'on n'a pas constaté de cas d'empoisonnement de petits animaux survenus à la suite de traitements insecticides; cependant, on m'a signalé des cas de mortalité dans certaines régions du département où l'on a trouvé des lapins et de petits oiseaux morts ». Ces faits ont été évoqués, mais sans preuves à l'appui, dans une séance de la Commission consultative départementale de la Chasse[2].

[1] Nous avons reporté dans la documentation, page 232, une série de témoignages relatifs au gibier, que nous n'avons pas voulu intercaler dans le texte.

[2] Voir la note 1 de la page 227.

Parmi les Préfectures qui ne signalent pas de mortalité de gibier, deux fournissent des renseignements intéressants sur la non-toxicité des traitements arsenicaux en général :

Bas-Rhin. — Il n'y a pas de Doryphore dans le département. « Quant aux seuls traitements arsenicaux employés dans la lutte contre les insectes des arbres fruitiers et de la vigne, leurs effets sur la végétation herbacée sous-jacente sont trop infimes pour causer des empoisonnements parmi le gibier et les animaux de basse-cour. »

Savoie. — En l'absence du Doryphore, l'arsenic est à ce jour uniquement appliqué dans le département sur les arbres fruitiers. « Dans ces conditions, il semble que le gibier est absolument hors d'atteinte des risques éventuels d'intoxication par l'arsenic. D'ailleurs, aucune plainte n'a été formulée à ce sujet. En conséquence, j'estime, avec ces Chefs de service (le Directeur des Services agricoles et le Conservateur des Eaux et Forêts), qu'il n'y a pas lieu, pour le moment, de publier sur ce danger une note qui risquerait de laisser dans l'esprit du lecteur une suspicion injustifiée contre l'arséniate. »

Directions des Services agricoles. — Le nombre total des Directions des Services agricoles qui ont apporté leur contribution à l'enquête est plus faible encore que celui des Préfectures.

Il est de 29 Directions, dont 15 ont répondu par lettre et 14 ont été visitées par nous en 1934 et 1935 ; quelques-unes d'entre ces dernières nous ont adressé des compléments d'information.

Aux 61 Directions restées silencieuses s'ajoutent 24 Directions donnant une réponse négative, soit un ensemble de 87 départements où on ne signale aucune action nette des insecticides sur le gibier et les animaux de la ferme. Dans la *Nièvre,* par exemple, il circule de nombreux bruits sur les accidents au gibier. Le Directeur des Services agricoles a cherché à vérifier par lui-même et n'a jamais rencontré un fait précis. En *Vendée,* des racontars sont parvenus à la Direction des Services agricoles; rien de certain.

Les trois Directions des Services agricoles que l'on pourrait retenir sont : Charente, Cher, Vienne.

Charente. — En 1932, le Comité départemental de lutte contre le Doryphore a fait une enquête, au cours de laquelle un certain nombre de cas d'empoisonnement de gibier ont été signalés. Le Directeur des Services agricoles a adressé un rapport au Ministère de l'Agriculture, tout en regrettant que les cadavres des animaux n'aient pu être recueillis à fin d'analyse. Donc, il n'a été fourni aucune preuve matérielle de l'empoisonnement.

En 1934, les viscères d'un perdreau ont été analysés et ont montré la *présence* de plomb et d'arsenic.

Cher. — Une enquête conduite par M. Quittet, Directeur des Services agricoles, n'a pu obtenir de précisions sur les destructions de gibier, sauf dans une commune

où l'on a trouvé plusieurs cadavres de petits animaux, surtout des perdreaux. Dans le même département, un propriétaire qui a suivi de très près son élevage de perdreaux n'a eu aucune perte, bien que ses pommes de terre aient été traitées deux fois à huit jours d'intervalle.

Vienne. — En 1933, un Docteur-vétérinaire du département, M. Gabillard, a reçu de ses clients des cadavres de gibier et d'oiseaux de basse-cour. Sur les sujets, dont la putréfaction était inexistante ou à son début, il a relevé de la congestion diffuse des organes digestifs. Le contenu de ces organes, bouilli pendant plusieurs heures, décapé et filtré, a tué en trois ou quatre jours de jeunes lapins, par injection sous- cutanée. Une enquête discrète et approfondie a prouvé à M. Gabillard « que le gibier avait presque complètement disparu dans les contrées où l'arséniate de plomb est employé ».

En mai 1935, à notre demande, M. Gabillard n'a rien de nouveau à signaler.

Fédérations départementales de chasseurs. — 88 Fédérations figurent sur la liste mise à notre disposition.

Sur ce nombre, 68 n'ont pas envoyé de réponse.

Les 20 autres — ou l'une de leurs Sociétés affiliées, — nous ont communiqué leur avis, soit par correspondance, soit au cours de nos visites de 1935 :

16 Fédérations ne peuvent certifier qu'il y ait eu des empoisonnements de gibier;

Pour 4 départements, la Fédération parle d'empoisonnement de gibier : Aveyron, Landes, Tarn, Tarn-et-Garonne.

Aveyron. — Trois perdreaux, une couvée de petits poulets, deux lièvres auraient été empoisonnés sur le territoire de la Société « Le Chasseur Villeneuvois », (Lettre du 20 juillet 1935).

Landes. — On a trouvé de jeunes faisandeaux de huit à dix jours, trop décomposés pour être autopsiés. (Société de Chasse de Sanguinet, lettre du 29 mai 1935.)

Tarn. — La Fédération de Chasse nous écrit qu'en 1934, on a signalé une perdrix et un lièvre empoisonnés (lettre du 11 mai 1935).

Tarn-et-Garonne. — On a signalé à différentes reprises du gibier mort, perdreaux, cailles, lièvres. La « Diane Septfontoise » a constaté des morts de Perdreaux; les cadavres étaient trop décomposés pour l'autopsie (juillet 1935).

Au total : 84 réponses négatives, sur 88 fédérations.

Ajoutons que 6 Fédérations avaient demandé un fort envoi supplémentaire de notre « Avis aux Chasseurs », dans le but de le distribuer à leurs adhérents : Allier (1.000), Ardèche (130), Hautes-Pyrénées (100), Rhône (200), Saône-et-Loire (100), Tarn-et-Garonne (100).

Cette propagande paraissant être restée sans suite, nous avons, au mois de décembre 1935, adressé aux Fédérations ci-dessus, une lettre pour connaître le résultat de leur initiative.

Deux réponses seulement nous sont parvenues :

Allier. — « Des renseignements obtenus, il semble résulter que, dans l'Allier, il n'a pas été constaté officiellement des cas de gibier empoisonné par l'arséniate de plomb » (lettre du 11 janvier 1936).

Rhône. — « J'ai l'honneur de vous informer qu'aucune communication ne nous a été faite depuis la distribution des avis aux agriculteurs » (lettredu 16 janvier 1935).

Remarquons que le Tarn-et-Garonne, qui n'a pas répondu, figure parmi les départements ayant, de prime abord, signalé des cas assez nombreux d'empoisonnement de gibier .

Renseignements adressés par des chasseurs et des cultivateurs. — Venant s'ajouter aux communications des Préfectures, des Directeurs des Services agricoles ou des Fédérations de chasseurs, nous avons reçu une trentaine de lettres écrites, en leur nom propre, par des chasseurs ou des cultivateurs.

Les uns ont trouvé des cadavres de Perdrix, de Lièvres ou de Lapins; d'autres ont remarqué l'inocuité des insecticides arsenicaux.

Ces témoignages, pour ou contre, méritent d'être enregistrés et pris en considération, sans que l'on puisse y trouver quelque preuve, dans un sens ou dans l'autre.

2° Oiseaux non gibier.

Quatre indications seulement dans l'enquête :

L'une venant du Tarn-et-Garonne, sans précisions; deux de la Haute-Vienne, une de l'Aube.

Un des cas de la Haute-Vienne garde un caractère de doute. L'autre, ainsi que celui de l'Aube, se rapportent à des couvées de petits oiseaux qui auraient été empoisonnées au nid par la nourriture que leur apportaient leurs parents. Les constatations de fait seraient très exactes; mais la cause précise reste inconnue. Il y a simple concordance avec des traitements arsenicaux effectués au voisinage du nid.

3° Animaux domestiques.

Le Docteur J. Feytaud, parlant des dangers que peuvent présenter les poudres fluorées a écrit(6) : « ...On aurait même noté déjà des cas d'intoxication de volailles par suite d'un défaut de surveillance, tout comme on a cité, à propos des arséniates, le cas d'un bœuf et d'un veau empoisonnés par des restes de bouillie ».

De son côté, M. Grégoire, Directeur des Services vétérinaires de la Dordogne, dit : « Il existe des cas connus d'empoisonnement certain par les arséniates. Tous ceux qui ont été constatés jusqu'à ce jour dans le département concernent des animaux le plus souvent domestiques, qui, par suite de l'imprudence des opérateurs, avaient bu abondamment à même la solution d'arséniate préparée en vue du traitement des pommes de terre et abandonnée près des mares où ces animaux s'abreuvaient ». (Communiqué par M. l'Inspecteur des Eaux et Forêts Fricout, à Périgueux.)

Cette opinion est confirmée par un rapport du Directeur des Services agricoles de la Charente : au Comité départemental de lutte contre le Doryphore de la Charente, dans sa réunion du 2 octobre 1931, on a signalé qu'une vache avait été empoisonnée sur la commune d'Eymouthiers; elle « aurait absorbé des produits arsenicaux utilisés par un agriculteur voisin pour le traitement de ses pommes de terre ».

(M. Vergniaud, vétérinaire à Montembœuf, avait effectivement attribué la mort de la vache à un empoisonnement par l'arséniate).

Dans un travail paru en 1935, M. Ed. Caillot, docteur-vétérinaire à Villefranche-sur Saône (4) constate : « malgré l'utilisation de quantités formidables de solutions arsenicales utilisées en viticulture et en arboriculture, dans la lutte contre les parasites, les intoxications accidentelles des bovins sont relativement peu fréquentes et ne sont d'ailleurs observées que dans les régions de culture de la vigne ou des arbres à fruits ».

Il décrit les symptômes et les progrès de l'intoxication. Celle-ci se déclare ordinairement entre la douzième et la quinzième heure qui suit l'ingestion; la mort arrive rapidement de la vingt-quatrième à la quarante-huitième heure.

Au cours de 25 années de pratique rurale, M. Caillot n'a constaté que 7 intoxications par l'arsenic chez les bovidés. Cinq vaches sont mortes accidentellement : 3 très probablement par malveillance, 2 après avoir « pâturé et léché au point de stationnement d'un tonneau rempli de solution antiparasitaire ». Et M. Caillot ne retient qu'un cas : celui de deux vaches « qui avaient dérobé au passage quelques jeunes pousses de vigne, qui venaient d'être traitées par pulvérisation de la solution d'arséniate de plomb ».

Le Cheval n'a été cité qu'une fois dans notre enquête, par M. l'Inspecteur des Eaux et Forêts Fricout : il lui a été dit qu'un Cheval attelé, ayant brouté, au voisinage d'un champ traité à l'arsenic, l'herbe du bord de la route sur laquelle l'insecticide s'était répandu, serait mort en moins d'une heure.

Cette mort paraît très rapide pour une intoxication arsenicale; dans nos expériences, avec une dose dépassant de beaucoup la dose minima mortelle, et en employant un produit très toxique (acéto-arsénite de cuivre), la survie a été de trois heures au moins.

S'il y a bien eu empoisonnement, il est dû ici encore, à l'imprudence : l'herbe du bord de la route n'aurait pas dû contenir des doses massives d'arsenic.

Voici enfin une observation faite sur le Mouton. Elle montre qu'il ne suffit pas que des animaux pâturent dans un champ souillé par des produits arsenicaux pour qu'ils en ressentent un effet appréciable : M. de Montal, à La Rivière (Isère), a traité, il y a trois ans, des noyers avec de l'arséniate de soude à 3 p. 100. Il y avait des fuites au pulvérisateur. Deux jours après, on a mis, sous les arbres du pré, 120 Brebis accompagnées d'agneaux; on n'a observé aucune colique.

Par conséquent, dans presque tous les cas d'empoisonnement d'animaux de ferme, nous sommes conduits à cette conclusion qu'il y a eu négligence de la part des personnes chargées d'exécuter ou de surveiller les traitements.

Théoriquement, quelles sont les possibilités d'empoisonnement pour le gros bétail? A défaut d'étude expérimentale personnelle, nous pouvons nous faire une opinion d'après un certain nombre de travaux étrangers. Selon Fröhner (7), l'anhydride arsénieux est mortel aux doses suivantes, exprimées en arsenic par individu :

Pour le bœuf	11 à 22	grammes.
Pour le cheval, le mouton et la chèvre	7,5 à 11	—
Pour le porc	0,4 à 0,75	—

On considère à l'étranger que les bovins peuvent consommer du fourrage riche en arsenic et on combat certains insectes de la luzerne par poudrage des champs à l'arséniate de calcium (1,14). Un article de Reeves (19), rapportant les observations de Gardiner et de Wakeland, conclut à l'absence pratique de danger.

P. Marchal (15), rapportant en 1919 l'opinion des expérimentateurs américains, concluait que les traitements insecticides arsenicaux sont peu dangereux pour le bétail. Il signalait les travaux publiés en 1917 par O'Kane, Hardley et Osgood : des veaux de huit mois ont été obligés de se nourrir pendant un mois uniquement de l'herbe d'un pré traité directement par l'arséniate de plomb à 700 grammes pour un hectolitre; on n'a constaté qu'un retard à l'engraissement.

En Allemagne, 3 vaches ont été intoxiquées ensemble en 1933 dans un champ de lotier contenant 4 à 5 milligrammes d'arsenic par kilogramme d'herbe. Le bruit fait autour de cet accident (3 travaux différents [1, 12, 13], le citent en 1933 et 1934 dans d'importantes revues de Pathologie végétale), et le fait qu'on n'a pas signalé d'autres cas semblables, montrent bien que les empoisonnements de gros bétail sont exceptionnels.

4° Abeille.

Un de nos correspondants, en nous signalant qu'il ne connaît aucun accident causé aux animaux par les traitements insecticides arsenicaux, fait une réserve en ce qui concerne les abeilles.

Cet insecte utile est en effet particulièrement sensible à l'arsenic. D'après Borchert, la dose mortelle d'arsenic serait, pour une abeille, de 0 μ 3. Des travaux tout récents considèrent ce chiffre comme encore trop élevé.

Les traitements liquides peuvent épargner les abeilles; il suffit de ne pas traiter pendant la pleine floraison. Les poudrages sont beaucoup plus dangereux : l'Abeille rassemble la poudre toxique comme elle le fait du pollen et la rapporte à la ruche (10). Certaines ont été tuées en Allemagne à 7 kilomètres des points poudrés.

Aux États-Unis (État de Washington), les traitements antidoryphoriques n'ont commencé que depuis quelques années. En 1933, ils ont détruit dans la même région 3.000 essaims sur 10.000 et la perte en miel a été estimée à 300.000 kilogrammes (23).

A noter que, même quand les abeilles sont tuées, leur miel ne contient pas trace d'arsenic (8).

5° Recherche de l'arsenic dans les cadavres d'Oiseaux de basse-cour et d'Animaux-gibier [1].

De toute évidence, seule, la présence de l'arsenic dans un cadavre de gibier ou d'animal domestique supposé empoisonné, autorise à répondre par l'affirmative.

Aussi, avons-nous orienté le principal de notre enquête vers la recherche de cadavres d'animaux-gibier ou de basse-cour.

L'« Avis aux chasseurs et aux agriculteurs » de 1935 était entièrement rédigé dans ce but. Dans nos appels, dans nos communiqués et insertions, dans toutes nos lettres, nous insistions. A tous et toujours, nous avons dit, sans craindre de nous répéter : envoyez les cadavres des animaux que vous croyez empoisonnés; seule l'analyse chimique permet de savoir si l'arsenic est en cause.

Les teneurs en arsenic, trouvées dans les cadavres des animaux intoxiqués expérimentalement, sont suffisamment constantes pour nous permettre de décider si nous nous trouvons en présence d'une mort par empoisonnement arsenical. Au cas où l'analyse toxicologique donnerait des chiffres nettement inférieurs, on pourrait en conclure que l'animal a bien absorbé des produits arsenicaux, mais non qu'il en est mort.

Nous avons vu d'ailleurs que l'administration de quantités plus faibles que les doses mortelles, moitié moindres par exemple, ne paraissent pas altérer sensiblement la santé des animaux et ne pas diminuer leur poids, même si les ingestions sont renouvelées fréquemment.

Dans l'examen des cadavres envoyés par nos correspondants, l'analyse a porté, comme pour nos animaux d'expérience, sur le muscle et sur le foie. Il n'a pas paru utile d'envisager l'analyse du tube digestif, où l'arsenic pourrait être trouvé en quantités très variables, si l'animal en avait ingéré quelque peu, sans que cela soit l'indice d'une intoxication dangereuse.

Aucun cas douteux ne s'est d'ailleurs présenté au cours de notre enquête. Nous avons reçu, en tout et pour tout, du 25 juin au 1er septembre 1935, 11 pièces : 4 Lièvres, 3 Perdrix, 3 Oies, 1 Pintade. Une des Perdrix n'a pu être analysée, à cause de son état de complète décomposition : il n'en restait plus que les os et les plumes. Parmi les autres cadavres, 9 ne renfermaient pas trace d'arsenic. Le dixième, une Perdrix, en a présenté des traces de même ordre que celles qu'on rencontre souvent chez des êtres vivants (arsenic normal de l'organisme) : 0 milligr. 008 pour l'ensemble du corps.

Notre conclusion est formelle : aucun des animaux analysés n'a été empoisonné par les insecticides arsenicaux, bien que, dans plusieurs cas, les conditions dans lesquelles la mort s'était produite la rendaient vraisemblable et en auraient fait

[1] Voir les détails dans la documentation, page 236.

admettre l'hypothèse, si la recherche toxicologique n'avait pas apporté une preuve irréfutable du contraire [1].

III. Observations générales recueillies au cours de l'enquête.

A côté des faits matériels bien caractérisés, très peu nombreux dans notre enquête, nous devons tenir compte de quelques remarques intéressantes faites par certains de nos correspondants.

Lorsque le Doryphore apparaît dans un département et que les premiers traitements arsenicaux se déclenchent, il se manifeste aussitôt des craintes contre l'utilisation du « poison ». Le mot d'arsenic éveille, et cela est très naturel, une certaine appréhension, qui se traduit d'une façon différente chez le cultivateur et chez le chasseur.

Le cultivateur craint pour son bétail, pour lui-même. Pour sa terre aussi, car — nous l'avons appris de différentes sources — des bruits habilement répandus ont fait reculer les agriculteurs devant l'emploi des arsenicaux : « Où on a mis de l'arséniate, le blé que l'on met l'année suivante pousse mal, empoisonné par l'insecticide ». (Mme Bleynie, Saint-Léon-sur-l'Isle, Dordogne, lettre du 15 mai 1935.)

Cette croyance à « l'empoisonnement » de la terre par les arsenicaux, nous l'avons retrouvée au cours de notre voyage de 1935 ; on nous l'a signalée aussi des environs de Blois, où des propriétaires, pris de peur, ont préféré ne pas déclarer la présence du Doryphore.

Et c'est un point délicat de notre étude, qu'elle a pu se heurter à des intérêts particuliers, en principe très respectables, mais qui tendaient parfois à interpréter les faits sous un jour un peu trop exclusif [2]. Aussi estimons-nous utile de montrer, en toute indépendance, les aspects les plus caractéristiques de certaines propagandes, avec les préoccupations qu'elles entraînent pour les personnes chargées de guider les agriculteurs.

Voici, par exemple, l'avis très autorisé du Directeur des Services agricoles de la Charente, lettre du 17 mai 1935 : « Dès 1932, le Comité de lutte contre le Doryphore de la Charente émettait le vœu que des études soient poursuivies en vue de rechercher un produit recommandable contre le Doryphore, sans être toxique pour les vertébrés ».

« Actuellement, de nombreux démarcheurs parcourent les campagnes offrant des poudres soi-disant non toxiques et très efficaces contre le Doryphore. Il me

[1] A partir du mois de novembre 1935, la « Fédération audoise de chasse, pêche et agriculture », nous a envoyé plusieurs Lapins de garenne et une Fauvette à tête noire.

Ces animaux contenaient des quantités d'arsenic voisines de celles que nous avons trouvées dans nos expériences ; ils donnent des exemples d'analyses toxicologiques positives.

Les mortalités de Lapins de garenne et de petits Oiseaux, signalées par la Fédération audoise, sont bien dues à des matières arsenicales, mais l'étude qui se poursuit nous a donné la certitude que les traitements insecticides ne sont pas en cause.

[2] Voir documentation, page 235.

paraît que la note que vous faites insérer dans la presse va les favoriser, alors que la preuve n'est pas faite de l'efficacité de ces produits.

« Dans les Fédérations départementales de Syndicats de défense, les dispositions sont prises en vue de la lutte exclusivement au moyen de l'arséniate, et l'on ne peut guère recommander actuellement d'autre produit de façon officielle. »

De son côté, le Directeur des Services agricoles de Vaucluse nous écrit le 13 mai 1935 : « ... Il me paraîtrait prudent de ne pas exagérer les risques que présente l'usage des composés arsenicaux, afin de ne pas accroître encore l'hésitation ou la crainte des agriculteurs, auprès desquels nous sommes obligés de faire une propagande pressante en vue de les inciter à mieux défendre leurs récoltes contre leurs parasites ».

Un si légitime souci trouvera confirmation dans une lettre de M. Mimaud, Ruffec : il employait depuis deux ans un arsenical, « ... puis un médecin de Ruffec a fait campagne contre ces traitements qui, paraît-il, empoisonneraient le sol de telle sorte que les plantes accrues dans les sols ainsi traités l'année précédente absorberaient une quantité d'arsenic nuisible. Sans discuter cette théorie, je me borne à ne pas y croire, mais mon métayer y a fait confiance et a refusé de traiter en 1934 : comme résultat, la plantation a été radicalement dévastée... » (lettre du 23 novembre 1935).

Dans l'Allier, nous dit le Chef de la première division à la Préfecture (voyage de 1935), les cultivateurs craignent même de faire manger à leurs porcs les tubercules des pommes de terre traitées.

Auprès des chasseurs, même si aucun accident n'a été relevé, l'appréhension des arsenicaux s'éveille avec la pensée que le gibier peut en souffrir,

En Haute-Vienne, un propriétaire-chasseur a pu constater que des Perdreaux demeuraient indemnes dans ses champs de pommes de terre traités; malgré cela, il abandonne les arséniates.

Dans l'Indre-et-Loire, le Secrétaire de la Fédération des chasseurs à qui nous avons rendu visite en 1935 ne connaît pas de cas d'empoisonnement de gibier; mais, par crainte, ses adhérents recherchent et voudraient employer d'autres produits.

A plus forte raison dès qu'on trouve un cadavre de gibier sur un terroir où se font des traitements arsenicaux, conclut-on sans hésitation à l'intoxication par l'arsenic.

Dans le Loir-et-Cher, M. Duffau, régisseur d'un domaine où la chasse a une grande importance, nous a communiqué ses premières réactions en présence du Doryphore. Il nous écrit, le 2 juillet 1935 : l'insecte étant là depuis deux jours, en dehors du domaine plusieurs fermiers ont traité à l'arséniate de plomb et un garde, ayant trouvé dans un champ de pommes de terre deux perdreaux morts, a aussitôt admis que l'empoisonnement était certain.

M. Dreyfus signale (lettre du 20 juillet 1935) que des cadavres de perdreaux ont été ramassés très peu de temps après l'emploi du poison; « donc, il n'y a aucun doute que c'est l'emploi de ce poison qui a détruit le gibier ».

Le Président de la « Société de chasse de Sanguinet », département des Landes,

rapporte qu'on a trouvé des faisandeaux morts. Personnellement, il ne connaît pas encore de cas de mort de gibier adulte « mais, termine-t-il, nous ne sommes pas éloignés de croire que les jeunes ne résistent pas à l'intoxication ».

A la base de ces inquiétudes, on découvre très souvent cette contagion épidémique des faits et des nouvelles, dont la presse quotidienne offre tant d'exemples, qu'il s'agisse de crimes, de suicides, de « gangsters » ou d'enlèvements d'enfants.

Dans la question qui nous occupe, il suffit d'un on-dit, relié aux traitements arsenicaux, pour que surgissent des cadavres de gibier souvent imaginaires, quelquefois vrais, mais qui, sans l'émoi provoqué, auraient tranquillement continué à pourrir au creux du sillon. « La nouvelle s'étant répandue, dit une lettre du Lot-et-Garonne, on a aussitôt trouvé d'autres cas semblables. »

Mais, la première effervescence passée, le calme revient toujours. En Charente-Inférieure, M. Verdié, Directeur des Services agricoles, avait organisé la lutte contre le Doryphore, depuis les débuts de l'invasion dans son département. Lorsqu'on avait commencé à employer l'arsenic, les chasseurs s'étaient inquiétés et en avaient demandé l'interdiction sur certaines surfaces. Le premier émoi passé, tout s'était apaisé. Dès 1934, il n'y avait plus de réclamation sérieuse.

A la Préfecture des Deux-Sèvres, visite de 1934 : le chef de division est chasseur; au début, il y a eu quelques plaintes, les chasseurs ont réclamé l'interdiction des arsenicaux. Il y a eu beaucoup de bruit, puis tout s'est calmé.

Les traitements arsenicaux ont été incriminés d'autant plus volontiers que, dans certaines régions, ils ont commencé au moment où se produisait une forte diminution du gibier. Mais celle-ci peut avoir des causes bien différentes.

A côté d'abus bien connus des chasseurs, braconnage, divagation des chiens, M. Prot, Directeur de l'École d'Agriculture d'Ahun, nous signale le rôle joué par l'augmentation du nombre des chasseurs. Il a pu suivre, dans son département, la densité du gibier et ses variations depuis 1918. Immédiatement après la guerre, le gibier était très abondant; il n'a pas tardé à diminuer d'une façon excessivement rapide. Or, la chute s'est trouvée coïncider avec l'apparition du Doryphore et l'emploi des premiers traitements arsenicaux.

Dans les départements les plus anciennement envahis, dans ceux où les traitements antidoryphoriques ont lieu régulièrement depuis plusieurs années, on parle de moins en moins des méfaits de l'arsenic.

Nous en demanderons la confirmation aux chasseurs eux-mêmes.

Si les traitements insecticides, si, en particulier, les traitements arsenicaux et si, plus spécialement encore, les arsenicaux employés contre le Doryphore causaient la mort du gibier, nous devrions assister à une destruction massive, calamiteuse et vertigineusement croissante de nos Perdrix, de nos Lièvres et de nos Lapins.

Avec l'extension galopante du Doryphore, des milliers de tonnes d'arsenicaux seront bientôt répandus sur les 1.500.000 hectares de nos champs de pommes de terre et les plaintes des chasseurs devraient se faire chaque année plus vives et plus angoissées.

Or, nous avons eu sous les yeux une série d'articles relatant l'état du gibier au

moment et dans les premiers jours de l'ouverture 1935-1936 : ils ne renferment pas un mot, pas une allusion sur l'arsenic [1].

Nous avons pu, grâce au Comité national de la Chasse et à la Commission de Chasse de Paris, consulter les procès-verbaux des grands organismes consacrés à la chasse.

En 1935, les Assemblées générales des Fédérations départementales, dans 36 départements formant le 3e groupe d'inspection de la Commission de chasse, ne disent pas un mot sur l'arsenic.

Dans les procès-verbaux d'Assemblées générales des huit grandes régions cynégétiques, qui constituent le résumé de toute la chasse française, nous n'avons trouvé que ceci :

2e région cynégétique (21 départements), congrès de Poitiers des 18 et 19 mai 1935 : simple rappel du vœu du Saint-Hubert-Club de France;

8e région cynégétique (11 départements) : rappels des vœux émis au cours de l'Assemblée générale de la Fédération des Sociétés de chasseurs de la Haute-Garonne et du Sud-Ouest, le 30 juin 1935; le Syndicat de Martres-Tolosane « demande que l'État soit invité à étudier le remplacement de l'arséniate de plomb par un produit n'ayant pas les effets nocifs de l'arséniate ».

Au cours de la réunion du Comité de Direction de l'Association des Lieutenants de Louveterie de France (22 janvier 1936), divers vœux ont été adoptés : rien contre les insecticides.

Complétons par deux Fédérations prises en pleine zone doryphorée, celle de la Corrèze et celle de la Haute-Vienne : leurs assemblées de 1935 n'ont pas accordé une ligne à l'empoisonnement du gibier par les arsenicaux.

*
* *

Aux États-Unis, les traitements arsenicaux contre le Doryphore sont pratiqués depuis un demi-siècle; il était important de connaître quelles en sont les conséquences sur les oiseaux-gibier. Dans ce but nous avons écrit, au mois de juillet 1934, à M. T. Gilbert Pearson, alors président des « Audubon Societies », le grand groupement nord-américain pour la protection des oiseaux.

Dans sa réponse, M. T. Gilbert Pearson dit que le Bureau des Sociétés Audubon reçoit tous les ans des plaintes venant de personnes qui croient que les oiseaux sont tués par les traitements antidoryphoriques : « en leur répondant, nous leur demandons toujours quelles preuves elles peuvent avoir du fait que les oiseaux auraient été empoisonnés en mangeant des insectes empoisonnés. Je ne me rappelle pas que nous ayons jamais reçu de réponse nous apportant une preuve ».

[1] *L'Acclimatation,* du 24 août 1935: Quelques prévisions pour la saison prochaine de chasse, par M. R. Guinche. — *Excelsior,* du 31 août 1935 : Il y aura du gibier cette année, par M. Jacques Carette. — *L'Intransigeant,* du 6 septembre 1935 : Premiers renseignements sur l'ouverture (l'article donne les résultats des premiers jours de chasse pour toutes les régions). — *La Vie à la Campagne,* du 1er septembre 1335 : Perspectives pour la campagne de chasse 1935-1936, par M. Garnier, Directeur des Services agricoles de Seine et Seine-et-Oise.

Ne se contentant pas de son expérience personnelle, M. T. Gilbert Pearson avait consulté, pour nous, M. Clarence Cottam, chargé, au Biological Survey, des recherches sur le régime alimentaire des animaux. Voici ce que dit la lettre de M. Clarence Cottam :

« La prétendue destruction d'oiseaux empoisonnés par contre-coup par des composés arséniés, a fait l'objet de maintes controverses depuis plus de cinquante ans.

« Durant cette période, on a fait, sur place, un nombre considérable de recherches pour tâcher de contrôler la véracité des faits avancés. Dans la plupart des cas, un empoisonnement par contre-coup n'a pu être prouvé. Il est certes possible que les oiseaux soient empoisonnés par de l'arsenic, soit directement ainsi que le prouvent les expériences de laboratoire, soit indirectement. Mais, il est rare que toutes les conditions favorisant un empoisonnement secondaire se trouvent réunies. Pour absorber une dose mortelle d'arsenic, les oiseaux devraient manger une quantité considérable de larves de Doryphore (ou d'autres insectes) fortement chargées de poison. Des analyses répétées d'oiseaux que l'on soupçonnait avoir été empoisonnés par des pulvérisations arsenicales n'ont pas décelé la présence du poison ».

« A ce point de vue, il est intéressant de noter que l'analyse chimique d'oiseaux sains, provenant de régions fortement traitées, a souvent montré un léger pourcentage de poison. »

Citons, pour terminer, l'opinion très qualifiée du Dr J. Feytaud (6) :

« Il est de toute évidence que lâcher des volailles sur un champ qui vient tout juste d'être soumis à un traitement insecticide est une imprudence. Je crois d'ailleurs qu'on a beaucoup exagéré le risque couru par le gibier, surtout par les Lièvres et les Lapins, qui ne recherchent pas spécialement, que je sache, le feuillage de la pomme de terre. Les chasseurs, pour qui les pièces de gibier ne sont jamais trop nombreuses, prêtent à certains échos une oreille par trop attentive. La démonstration des méfaits qu'on impute aux arséniates dans le domaine cynégétique reste à faire... »

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Les expériences sur la sensibilité du gibier aux sels arsenicaux insolubles (arséniates de plomb et de calcium, acéto-arsénite de cuivre) et différents essais de laboratoire nous ont amenés à cette conclusion que l'empoisonnement des Lièvres, Lapins et Perdrix au cours ou à la suite des traitements normaux effectués contre le Doryphore devait revêtir un caractère tout à fait exceptionnel.

L'enquête conduite parallèlement à ces essais a confirmé cette opinion.

Les quelques cas de mortalité de gibier qui nous ont été signalés n'avaient presque jamais donné lieu à une vérification toxicologique. Ils sont d'ailleurs très peu nombreux et ne correspondent nullement aux hécatombes de gibier dont on a parlé dans la presse. Le nombre des cadavres trouvés ne dépasse pas le chiffre d'une mortalité normale. Il suffit qu'un traitement arsenical ait été effectué pour

qu'aussitôt on attribue au poison la mort du Lièvre ou de la Perdrix ramassés dans le champ voisin.

Malgré un appel répandu dans tous les départements, et surtout dans les milieux de chasse, nous n'avons reçu, pendant la période des traitements arsenicaux, que 11 cadavres d'animaux-gibier et d'oiseaux de basse-cour. Le contrôle toxicologique nous permet d'affirmer que, dans aucun de ces cas, il n'y avait eu empoisonnement par l'arsenic.

Les faits d'empoisonnement concernant les volailles nous ont été signalés encore moins nombreux. Les essais que nous avons faits avec une Poule confirment la grande résistance de cet oiseau aux arsenicaux.

Plusieurs cas d'empoisonnement de gros bétail, notamment de bovins, ont été cités; ceux qui paraissent indubitables seraient dus à la négligence, peut-être même à la malveillance.

En ce qui concerne l'homme, les seuls accidents bien nets qui nous ont été signalés ne sont que des indispositions passagères dues aux imprudences des opérateurs de traitements.

En traitant contre le Doryphore, n'oublions pas que l'arsenic est un poison, mais n'oublions pas non plus que certaines précautions élémentaires de prudence en rendent l'emploi inoffensif pour l'homme et les animaux domestiques, et que, si, dans quelques circonstances excessivement rares et exceptionnelles, des animaux-gibier succombent, leur mort ne peut en aucune façon menacer l'avenir de la chasse.

L'empoisonnement du gibier par les insecticides est un atome, à côté du braconnage et de l'imprévoyance des chasseurs.

DOCUMENTATION.

Les numéros portés au début de chaque citation, renvoyent aux pages correspondantes du texte.

1° Gibier.

223. *Allier.* (Cher, Loiret, Loir-et-Cher). — *Le Saint-Hubert-Club de France* nous écrit (lettre du 23 juillet 1935) : «De différents départements, notamment du Loiret, Loir-et-Cher, Allier, Cher, nous recevons de nombreuses plaintes sur les dangers qui résultent de l'emploi de l'arséniate de plomb».

R. — Dans notre réponse au Saint-Hubert-Club de France, nous disions notamment ceci : «Nous avons précisément, il y a une quinzaine de jours visité ces quatre départements, où nous nous sommes entretenus avec les Directeurs des Services agricoles, les Chefs de division des Préfectures chargés de la chasse et des membres des Fédérations départementales des chasseurs».

«Il résulte de cette enquête sur place, qu'il n'y a, jusqu'à présent, dans ces quatre départements, *aucun cas* précis et indiscutable d'empoisonnement de gibier».

221. *Charente.* — Le Directeur des Services agricoles nous a communiqué un extrait du procès-verbal de la réunion du 11 octobre 1932, du «Comité départemental de lutte contre le Doryphore de la Charente» : le bruit s'étant répandu dans la partie Est du département

que du gibier avait été empoisonné, une enquête consciencieusement menée a permis de constater que les bruits étaient très exagérés. Néanmoins, on a retenu les constatations suivantes :

Vitrac (Lièvres et Perdreaux) ;
Absac (Lièvre de 3 livres) ;
Esse (2 Perdreaux trouvés à 20 mètres l'un de l'autre) ;
Brillac (1 Perdrix à 10 mètres de son nid) ;
Chabanais (2 Perdreaux) ;
Pressignac (3 Perdreaux) ;
Alloue (1 vieux Perdreau et 3 petits).

(Rapport envoyé à M. le docteur Feytaud.)

Des plaintes se sont produites constamment depuis 1932.

Le 15 juillet 1934, un perdreau est trouvé mort à proximité d'un champ traité. Une analyse des viscères est faite par M. Dognon, pharmacien-chimiste. Résultats de l'examen toxicologique : arsenic, présence ; plomb, présence.

221. *Cher.* — Le Directeur des Services agricoles nous communique une lettre qu'il a reçue de M. Gouvion-Saint-Cyr, Villeneuve (lettre du 19 août 1935) : « non seulement je n'ai trouvé aucun cadavre de perdreau et de lapin dans un champ de pommes de terre traitées deux fois à huit jours de distance, à 2 kgr. 500 pour 100 litres — lequel champ borde une garenne très vive en lapins — mais encore j'avais 50 perdreaux d'élevage dans un parquet le long de ce champ. Ces perdreaux gagnaient le champ tous les jours, avant, pendant et après le traitement et y passaient toute la journée ; là encore, je n'ai eu aucune mortalité. Et mon heureuse constatation se reproduit du reste dans trois domaines et quatre fermes où toutes les pommes de terre étaient doryphorées et ont été traitées et où les gardes n'ont constaté aucune mortalité ».

Le Directeur accompagnait cette lettre des remarques suivantes :

« L'élevage de perdreaux de M. Gouvion-Saint-Cyr se faisait à proximité immédiate de sa maison d'habitation et la parcelle traitée à l'arséniate de plomb, dans laquelle les Perdreaux élisaient domicile presque continuellement, était située dans le jardin. C'est vous dire qu'il pouvait surveiller tout particulièrement la façon dont se comportait son élevage, et, d'ailleurs, l'intérêt qu'il porte aux questions cynégétiques est le meilleur garant de la valeur de ses observations. »

Par ailleurs, le Directeur des Services agricoles du Cher, après une enquête serrée, sur les empoisonnements de gibier n'a pu retenir que deux réponses, concernant la même commune :

— Le Maire de la commune de Givardon signale (lettre du 28 août 1935) que des perdreaux ont été trouvés morts.

— Le Curé de Givardon écrit (lettre du 28 août 1935) : « On a trouvé hier et aujourd'hui, en différents endroits, 9 perdreaux, 4 pies, 1 levraut, 1 râle de genêts. On a traité partout d'une façon intense contre le Doryphore. Hier, 3 beaux perdreaux morts à proximité les uns des autres dans un champ de pommes de terre. » Il suppose que l'eau de pluie a lavé l'herbe traitée et que les animaux ont bu. Un de ses voisins a trouvé ce matin un perdreau mort dans un champ de carottes où résidait une compagnie de 18 maintenant réduite à 7. Un fermier a trouvé 5 perdreaux dans un pré, non loin de champs de pommes de terre.

Le Curé de Givardon craint qu'on ne mange les perdreaux trouvés morts. Il craint aussi pour la chasse, dont il est « un fervent amateur » et demande où envoyer les cadavres des perdreaux qu'il a mis de côté.

Le maire de Givardon ayant posé une question analogue : « j'ai, écrit le Directeur des Services agricoles, prié les auteurs des deux lettres de vous adresser les animaux morts qu'ils pourraient trouver ».

Nous n'avons rien reçu.

227. *Dordogne.* — M. J. Menut. — Le Doryphore et le gibier (*Chasse et Agriculture,* organe officiel de la Fédération des Chasseurs de la Haute-Garonne, XXIV^e^ année, septembre 1935).

M. Menut étudie depuis trois ans la question de l'empoisonnement du gibier par les insecticides antidoryphoriques. Il a essayé dix-sept produits et conclut : «Partout où j'ai expérimenté l'action des «arséniates», les résultats ont été concluants, tant à l'état libre qu'en parquets : 60 p. 100 du gibier «poil ou plume» a été détruit en moins de vingt-quatre heures; 20 p. 100 environ a été partiellement ou presque entièrement paralysé dans le même délai, devenant ainsi la proie des bêtes de rapine; les 20 p. 100 environ restant, fort amoindris s'il ne meurent dans un bref délai et s'en sauvent, ne sont point à l'abri d'une nouvelle ingestion du poison qui les tuera définitivement; ce qui revient à dire qu'avec cette méthode, c'est la destruction totale par étape, du gibier, tant indigène que d'apport artificiel».

.....

«Quoi que l'on en dise, et après de sérieuses et longues expériences, les arséniates et dérivés sont à rejeter ainsi que tous leurs sous-produits en raison de leur trop grande nocivité sous tous les rapports (à titre indicatif, ceux-ci ne détruisent ni les œufs du doryphore ni les insectes adultes)».

L'explication suivante a été donnée oralement par M. Menut (communication de M. l'Inspecteur des Eaux et Forêts Fricout) : dans certains terrains, on constate chaque année «sans exception», la présence habituelle de compagnies de perdreaux ou de cailles. Or, la seule année où tel champ a été traité, contre le Doryhpore, on n'y constate, l'ouverture venue, la présence d'aucun perdreau. Le traitement étant abandonné l'année suivante, la présence d'une importante compagnie y fut à nouveau constatée (métairie de la Maison Basse, commune de Villamblard) [1].

La seule véritable expérience faite par M. Menut est la suivante : il mit en cage, au mois de mai ou de juin 1935, six perdreaux achetés dans le commerce.

Ayant pulvérisé à 2 p. 100 des pommes de terre bordées de laitues qui furent touchées par la bouillie, M. Menut arracha les salades et en donna des feuilles aux perdreaux; deux étaient morts moins de vingt-quatre heures après, les quatre autres étaient paralysés et pouvaient être pris à la main sans difficulté. De ces quatre perdreaux, 3 sont morts dans un délai de sept à huit jours. Un seul a survécu.

228. *Loiret.* — M. J.-F. Dreyfus, à Cerdon, après avoir exprimé ses craintes sur l'emploi des arsenicaux, fait, à notre suggestion, une enquête sérieuse dans sa région et cite ce cas : M. Renard, cultivateur-propriétaire à la Ferme de Launoy-sur-Cerdon, a trouvé, entre le 8 et le 14 juillet, une demi-douzaine de perdreaux, à proximité d'un champ de pommes de terre de deux hectares environ, traité à l'arséniate. Les cadavres ont été trouvés très peu de temps après l'emploi du poison. (Lettres de juillet 1935.)

D'après une lettre ultérieure (3 août 1935), M. Dreyfus s'est livré à une nouvelle enquête dans sa région et n'a pu recueillir d'autres preuves.

222. *Tarn-et-Garonne.* — Fédération des Sociétés de Chasse; lettres du Président, 10 mai 1935 : Depuis plusieurs années, on lui a signalé la mort de nombreux perdreaux, cailles et lièvres à proximité des champs traités avec arséniates. A cette lettre était jointe copie d'une note datée du 30 mai 1934; nous y lisons : «...que les perdreaux trouvés morts ne se comptent plus... qu'on vient encore de ramasser un lièvre et trois cailles dans un même champ, à Moissa...». Si on faisait une enquête même sommaire, les chasseurs seraient effrayés des ravage du terrible poison; non seulement sur le gibier, mais aussi sur de nombreuses espèces de petits oiseaux».

[1] Ce cas ne peut être généralisé. (Voir les constatations faites par MM. Betoulle et de Latour, p. 235 et Gouvion-Saint-Cyr, p. 233.)

Et la note continue : «Le danger de l'emploi de l'arséniate de plomb est tellement évident que, dans quelques départements, à l'exemple du Finistère, l'usage va en être interdit.»

R. — A notre demande d'information, le Directeur des Services agricoles du Finistère a répondu : «Aucun arrêté préfectoral n'a défendu, dans le Finistère, l'emploi des produits arsenicaux dans la lutte contre le Doryphore ou autres parasites ».

223. *Vienne.* — Le docteur Ducellier à Poitiers (lettre du 3 décembre 1935) a une chasse d'un peu plus de 2.000 hectares, sur laquelle on a traité 2 ou 3 fois tous les champs de pommes de terre à l'arséniate de plomb; «malgré l'abondance du perdreau (un peu plus d'un perdreau à l'hectare), je n'ai pas constaté de mortalité anormale. Je n'en ai pas constaté non plus sur les lièvres et sur les lapins qui, eux, sont moins abondants».

Et le docteur Ducellier ajoute : «cette constatation vient à l'encontre d'une observation que j'avais faite il y a deux ans : j'avais trouvé près du seul champ de pommes de terre traité par l'arséniate de plomb plusieurs perdreaux morts. Mais, je n'ai pas eu la certitude que l'arséniate de plomb en était cause».

M. Betoulle (lettre du 13 août 1935) nous confirme que ni lui ni son garde n'ont trouvé de gibier mort. Cela tient, dit-il, pour le poil, à ce que les champs n'ont aucune herbe à cause de la sécheresse. L'an dernier, M. Betoulle avait trouvé un jeune lièvre, mais les champs avaient beaucoup d'herbe que la pluie avait fait pousser et qui avait reçu de l'arséniate.

«Pour les perdreaux, seul gibier dans le pays, il y a en a toujours quelques-uns dans les sept champs de pommes de terre de la propriété que nous surveillons et nous n'avons pas encore trouvé de victimes, si j'en trouve je vous les enverrai.

«Et cette année, on aurait beau jeu à se plaindre de l'arséniate, les compagnies étant toutes petites, 1, 3, 5.»

223. *Haute-Vienne.* — M. de Latour, Château de Purcy, Darnac, nous signale qu'en 1934 une compagnie de 17 perdreaux se tenait constamment dans un champ de pommes de terre deux fois traité. A l'ouverture de la chasse, la compagnie y était encore, et au complet.

M. le Marquis des Moustiers-Merinville, Mézières-sur-Issoire, écrit le 25 novembre 1935 : «J'ai bien entendu dire, au début du traitement du Doryphore, qui remonte déjà à plusieurs années, que ledit traitement faisait du mal au gibier, mais je n'ai jamais vu de mes yeux un perdreau ou un lièvre mort dans un champ et dont le décès pouvait avoir été causé par le traitement à l'arséniate de plomb.»

«Cette année, nous avions, dans notre région, beaucoup de perdreaux, nous sommes heureusement revenus à une densité voisine de l'avant-guerre, et cette année même, le traitement à l'arséniate de plomb a été plus général que les années précédentes, on peut même dire qu'il s'est généralisé et augmente.»

*
* *

Les deux citations qui suivent se rapportent à la page 227 du texte :

Robin (François). — Le Doryphore et la pomme de terre (*Annales du Comité central agricole le Sologne,* t. XXIII, n° 260, novembre-décembre 1935).

«Nous devons en conclure que le Doryphore est très réfractaire à l'action de l'arsenic... Les insectes parfaits sont presque tous détruits (par les poudres contenant du derris et du pyrèthre), alors que l'arsenic n'a sur eux aucun effet... Quoi qu'on ait pu dire, les perdreaux et les faisans sont extrêmement friands de larves de Doryphores».

De Renty. — Le Doryphore et ses méfaits (*La France maraîchère,* janvier, février et mars 1936). — «Sans être partial, on peut dire que ce procédé (bouillies arsenicales), employé depuis l'apparition du Doryphore en France, n'a pas réussi...»

«Au surplus, personne ne discute plus sur les hécatombes de gibier, la mort des animaux de basse-cour, de bétail et nous connaissons de nombreux cas qui se sont produits cette année sur le personnel chargé de l'emploi, pour reconnaître que l'arsenic est un remède presque aussi nuisible que le mal.»

M. de Renty ne cite pas de faits précis; il indique un produit commercial qui «ne présente aucun des inconvénients signalés pour l'arsenic».

2° Recherche de l'arsenic dans les cadavres d'Animaux-gibier et d'Oiseaux de basse-cour.

a. *Animaux morts pendant la période des traitements antidoryphoriques.*

Lièvres.

N° 1. — Poids 2 kilogr. 010. Reçu le 18 juillet 1935. Envoi de M. Aleman, à Lamiat, par Le Fouilloux (Charente-Inférieure). Trouvé à environ 100 mètres d'un champ de pommes de terre traité à l'arséniate de plomb.

Analyse. — Pas trace d'arsenic.

N° 2. — Poids : 0 kilogr. 650. Reçu le 22 juillet 1935. Envoi de M. Garderet, rue de l'Horloge à Saint-Jean d'Angely (Charente-Inférieure),

Analyse. — Pas trace d'arsenic.

N° 3. — Pesée rendue impossible par l'état de putréfaction. Reçu le 22 juillet 1935. Envoi de la Diane Saint-Fortaise, à Saint-Fort-sur-Gironde (Charente-Inférieure) : «trouvé aux environs de champs de pommes de terre traités à l'arséniate».

Analyse. — Pas trace d'arsenic.

N° 4. — Même état que le n° 3. Trouvé le 18 juillet 1935, sur le territoire de la commune de Camalès (Hautes-Pyrénées), par M. Bernard, garde des Eaux et Forêts : «Région peu giboyeuse; environ 30 hectares de pommes de terre traités aux arséniates sur le territoire de la commune. »

Analyse .— Pas trace d'arsenic.

Perdrix.

N° 1. — Trouvée le 21 août 1935, sur le territoire de la commune de Croisilles (Eure-et-Loir); envoi de la Mairie : il n'a pas été trouvé d'autres animaux morts. Les 18 et 19 juillet, 25 ares de pommes de terre avaient été traités à l'arséniate de plomb. La Perdrix a été trouvée à environ 1.500 mètres du champ.

Analyse : Rendue impossible par l'état du cadavre.

R. — L'oiseau a été trouvé un mois après les traitements.

N° 2. — Poids : 0 kilogr. 170. Trouvée avec une autre Perdrix le 13 août 1935, sur le territoire de la commune de Coinces (Loiret), par M. B. Sevin. Un hectare de pommes de terre avait été traité du 1er au 15 juillet.

Analyse. — Pas trace d'arsenic.

R. — L'oiseau a été trouvé un mois après les traitements.

N° 3. — Jeune perdreau. Trouvé le 6 août 1935, à Saint-Vaury (Creuse), par M. Soudy. Envoi de la Direction des Services agricoles. Ce petit perdreau avait été ramassé en même

temps que six autres appartenant à la même compagnie qui, de 18, se trouvait réduite à 3 à la date du 6 août.

Analyse. — Le cadavre est complètement dévoré par des larves de Diptères; toute analyse de l'oiseau lui-même est impossible.

On analyse 23 grammes de larves. On y décèle une quantité extrêmement petite d'arsenic. En supposant que le perdreau ait pesé 0 kilogr. 150, et ait renfermé une proportion d'arsenic correspondant à celle des larves, il n'aurait contenu qu'un poids total d'arsenic égal à 8 millièmes de milligramme (0 milligr. 008). [Voir Tableau XXVI, p. 217.]

Pintade.

Un adulte, provenant de Saint-Jouvent (Haute-Vienne); envoi de M. de Brumauld des Houlières, à Neuvillats. Cadavre arrivé le 11 juillet 1935 au Service des vertébrés. L'expéditeur a perdu 4 pintades en 1935 et 5 en 1934. Des champs de pommes de terre traités entourent sa propriété.

Analyse. — Pas trace d'arsenic.

Oies.

N° 1. — Jeune oison, provenant de Cancon (Lot-et-Garonne), envoi de Mme L. Pagès, Domaine des Guitards. Cadavre arrivé le 27 juin. Dans sa lettre annonçant l'envoi, Mme Pagès écrit : « Dans la cour où ils (les oisons) sont en général, on a épandu une quantité, 100 litres environ d'arséniate... L'oison a mangé quelques brins de ces herbes... quelques oisons de ce troupeau ont eu, en même temps, des abcès aux oreilles, avec écoulement de pus. »

Analyse. — Pas trace d'arsenic.

N° 2. — Deux adultes, envoyés le 31 juillet 1935, par le Syndicat corporatif agricole de Croze (Creuse). Aucun détail sur la découverte des cadavres.

Analyse. — Pas trace d'arsenic.

b. *Animaux morts en dehors de la période des traitements antidoryphoriques.*

Perdrix.

Mâle, pesant 0 kilogr. 250. Reçu le 15 février 1936. Envoi du brigadier des Eaux et Forêts Raymond Gréaud, à Ussel (Corrèze); il lui avait été remis par la Société de chasse d'Ussel.

Analyse. — Pas trace d'arsenic.

R. — Oiseau trouvé bien longtemps après la période des traitements arsenicaux antidoryphiques.

Le foie pèse à peine moitié du poids normal; ses lobes sont en partie desséchés et blanchâtres.

c. *Animaux envoyés par la Fédération audoise de chasse, pêche et agriculture.*

Lapins de garenne.

N° 1. — Trouvé le 14 novembre 1935, par la Société de chasse de Montolieu en même temps que trois autres lapins. La fiche d'envoi porte cette mention : « pas de traitements arsenicaux sur la commune ».

Pèse : 0 kilogr. 882.

Analyse. — Arsenic par 100 grammes de muscle..... 0 milligr. 27
Arsenic par 100 grammes de foie..... 1 milligr. 15

N° 2. — Expédié le 6 janvier 1936, par la Fédération audoise. A été trouvé dans les même parages que le n° 1. «D'autres lapins ont été trouvés morts à la même date et on aurait remarqué chez deux ou trois sujets qu'ils avaient de l'herbe à la bouche.»

Pèse : 0 kilogr. 935.

Analyse. — Arsenic par 100 grammes de muscle..... 0 milligr. 31
Arsenic par 100 grammes de foie..... 1 milligr. 60

N° 3. — Trouvé sur le territoire de la commune de Montolieu, comme le n° 2, le 20 janvier 1936.

Pèse : 0 kilogr. 990.

Analyse. — Arsenic par 100 grammes de muscle..... 0 milligr. 32
Arsenic par 100 grammes de foie..... 0 milligr. 32

N° 4. — Trouvé sur le territoire de la commune de Laure, expédié le 7 mars 1936, par la Fédération audoise.

Pèse : 1 kilogr. 190.

Analyse. — Arsenic par 100 grammes de muscle..... 0 milligr. 20
Arsenic par 100 grammes de foie..... 1 milligr. 09

FAUVETTE A TÊTE NOIRE.

Mâle. Envoi annoncé par lettre de la Fédération audoise, en date du 27 février 1936. Pèse, dépouillée : 8 gr. 1.

Analyse. — Arsenic dans l'ensemble du corps..... 0 milligr. 038

BIBLIOGRAPHIE.

1. BERAN (F.). — Der Arsengehalt von Futtergras als Folge der Schädlingsbekämpfung. (*Anzeiger der Schädlingsk.*, t. X, p. 43-47, 1934.)
2. BLANCHARD (E.). — Sur l'emploi des composés d'arsenic en arboriculture fruitière. (*C. R. Ac. Agr.*, t. XIX, p. 1021-1026, 1933.)
3. CHAPPELLIER (A.) et RAUCOURT (M.). — La toxicité envers le gibier des insecticides arsenicaux. (*C. R. Ac. Agr.*, t. XX, p. 598-603, 1934.)
4. CAILLOT (E.). — Intoxication des bovidés par les solutions arsenicales utilisées en agriculture contre les parasites. (*Bull. Sc. Vét. de Lyon*, n° 2, 16 p., 1935.)
5. FEYTAUD (J.). — Recherches sur le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* SAY). (*Ann. des Epiphyties*, t. XVIII, p. 97-220, 1932.)
6. FEYTAUD (J.). — La question doryphorique au début de la campagne 1935. (*Rev. de Zool. agr. et appliquée*, t. XXXIV, n° 4 et 5, p. 49-82, 1935.)
7. FRÖHNER. — Lehrbuch der Toxicologie für Tierärzte, Stuttgart, 1918.
8. GEINITZ. — Bienenverluste durch Spargelschädlingsbekämpfung. In : SPRENGEL L., (*Anzeiger der Schädlingsk.*, t. IX, p. 133-145, 1933.)
9. GROS (R.). — Utilisation de l'acéto-arsénite de cuivre pour le traitement de la pomme de terre. (*Bull. Agr.*, n° 1908, 6 p., mai-juin 1935.)
10. HIMMEL (A.). — Die Wirkung arsenhaltiger Bekämpfungsmittel für die Bienen. In : SPRENGEL (L.). [Même référence que 8.]

11. Husband (A.-D.) et Duguid (J.-F.). — The toxicity to grazing animals of grass sprayed with sodium arsenite. (*Rhod. Agric. J.*, t. XXXI, p. 25-35, Salisbury, 1934.)

12. Krüger (K.). — Vergiftungserscheinungen an Weidevieh nach der Verwendung von arsenhaltigen Staübemitteln. (*Nachricht. für den D. Pflanzanschutzdienst*, t. XIII, n°1, p. 1-2, 1933.)

13. Krüger (K.). — Erwiderung zu «Luzerneschädlinge »von Dr Hans Lehmann, Zeitschrift für Planzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, Heft 11, S. 625, Jahrg. 1933. (*Zeitschr. für Pflanzenkrankh.*, t. XLIV, p. 92-94, 1934.)

14. Lehmann (H.). — Luzerneschädlinge. (*Zeitschr. für Pflanzenkrankh.*, t. XLIII, p. 625-638, 1933; — t. XLIV, p. 486-497, 1934; — et t. XLV, p. 416-431, 1935.)

15. Marchal (P.). — Les traitements arsenicaux et les traitements mixtes des arbres fruitiers. (*Ann. du Serv. des Epiphyties*, t. VI, p. 242-280, 1919.)

16. Ogier (J.) et Kohn-Abrest (E.). — Traité de chimie toxicologique. Paris, 1924.

17. Raucourt (M.). — Importance des dépôts d'arsenic laissés par certains traitements insecticides. (*Ann. des fals. et des fraudes*, t. XXVI, p. 274-280, 1933.)

18. Raucourt (M.). — Contribution à l'étude chimique et insecticide des poudrages antidoryphoriques. (*Annales agr.*, Nouvelle série, t. IV, p. 529-554, 1934.)

19. Reeves (G.-I.). — The arsenical poisoning of livestock. (*J. econ. Entom.*, t. XVIII, p. 83-89, 1925.)

20. Thomas (E.) et Shealy (A.). — Lead arsenate poisoning in chickens. (*J. of agric. Research*, t. XLV, p. 317-319, 1932.)

21. Trouvelot (B.), Pérez (R.) et Dupouy (L.). — Étude sur l'effet insecticide des poudres arsenicales sur les larves du Doryphore. (*Bull. Agr.*, n° 1892, 3 p., mai 1933.)

22. Trouvelot (B.). — Le Doryphore de la pomme de terre. (*Annuaire de la défense des cultures*, p. 131-154, Paris, 1936.)

23. Webster (R.) et Crews (A.). — Spray poison in the Yakima valley. (*J. econ. Entom.*, t. XXVI p. 614-617, 1934.)

LES OISEAUX CONTRE LE DORYPHORE

PAR

A. CHAPPELLIER,
Chef du Service des Vertébrés

M. RAUCOURT,
Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie

Centre national de Recherches agronomiques.

SOMMAIRE.

Pages.

INTRODUCTION..... 241

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIMENTATION ET DE L'ENQUÊTE :

1. Oiseaux-gibier (Perdrix grise)..... 242

2. Oiseaux de basse-cour :

Poules..... 246
Pigeons..... 247
Pintades..... 247
Oies..... 247
Canards de ferme..... 248
Canards coureurs indiens..... 248
Dindons..... 248

3. Reptiles..... 248

CONCLUSIONS..... 249

DOCUMENTATION :

Perdrix..... 249
Poules..... 250
Pintades..... 251
Dindons..... 251

INTRODUCTION.

En présence de l'extension du Doryphore, on a songé à tous les moyens pour tenter d'enrayer les progrès de l'insecte. Parmi les procédés de lutte biologique, on a pensé à l'Oiseau.

L'Oiseau peut-il être un remède efficace contre le Doryphore?

Si nous avons examiné de près cette question, c'est parce qu'elle se rattache directement aux possibilités de destruction des Perdrix et des Oiseaux de basse-cour par les arsenicaux. L'intoxication arsenicale suppose une consommation considérable, presque exclusive, de Doryphores préintoxiqués, larves ou adultes.

Si nos oiseaux de chasse ou de basse-cour les délaissent ou ne les prennent qu'accidentellement, d'une part, ils ne sont d'aucune utilité dans la lutte contre cet insecte, d'autre part, il est impossible qu'ils s'empoisonnent.

Double intérêt donc, pour nous, à établir des faits probants. Nous les avons recherchés par expérimentation et par enquête.

Expérimentation et enquête, intriquées dans nos recherches sur les arsenicaux, ont bénéficié des mêmes concours et des mêmes facilités. Les Perdrix d'expérience ont été, pour la plus grande part, mises à notre disposition par M. le Conservateur des Eaux et Forêts à Aix, et par M. l'Inspecteur principal des Eaux et Forêts, Directeur des chasses présidentielles à Rambouillet.

En ce qui concerne les Oiseaux de basse-cour, c'est à l'initiative de M. le Comte Delamarre de Monchaux, vice-président de la Société centrale d'Aviculture de France, que l'organe de cette Société : *La Revue Avicole* a, dans son numéro du mois d'août 1935, fait appel à ses lecteurs, pour qu'ils prennent part à notre enquête.

A la Société centrale d'Aviculture, nous sommes aussi redevables d'indications qui nous ont facilité l'acquisition de plusieurs oiseaux d'essai. Trois pintades nous ont été gracieusement envoyées par M. Raoul Favel, éleveur à Montélimar.

M^me^ la Marquise de Pierre, Présidente de la Ligue belge pour la Protection des Oiseaux, et M. Berlioz, Sous-directeur de Laboratoire au Muséum national d'Histoire naturelle, nous ont communiqué la bibliographie américaine.

Comme pour le travail sur les arsenicaux, nous avons reporté dans une partie documentaire, les détails et les citations qui risquaient d'alourdir notre texte.

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIMENTATION ET DE L'ENQUÊTE.

1° Oiseaux-gibier.

A deux reprises, en 1933 et 1935, nous avons installé au Laboratoire de campagne du Doryphore, à Ahun, des Perdrix grises, dans le but de voir si elles mangeraient des larves de Doryphore et en quelle quantité.

Ces essais nous ont montré les difficultés dues à la sauvagerie des Perdrix captives ; il nous a fallu, pour les conserver, faire construire des volières spacieuses, en toile métallique souple. Même avec les plus grandes précautions, les expériences ont souvent été interrompues à cause du mauvais état de santé des oiseaux.

C'est sans doute pour cette raison sanitaire qu'un lot de 3 grosses Perdrix s'est montré absolument indifférent aux Doryphores. Des tentatives répétées pendant cinq jours n'ont pu les amener à absorber un seul insecte à l'état de larve ou d'adultes. Notons que ces Perdrix étaient des oiseaux de reprise.

Dans d'autres cas, nous avons utilisé des oiseaux d'élevage. La consommation

des larves est alors certaine; elle devient même notable en l'absence d'autre nourriture.

Voici le détail de quelques-unes de ces expériences, réalisées avec la collaboration de G. Castets, et dont le tableau I donne un résumé d'ensemble.

1er essai : un jeune perdreau de 90 grammes reçoit 25 grammes de blé et 40 larves du quatrième âge, pesant au total 5 gr. 8; les larves sont bien vivantes et n'ont pas été intoxiquées. Au bout de vingt-quatre heures, il a mangé 18 grammes de blé et 24 larves.

2e essai : un autre perdreau du même poids reçoit 100 grosses larves non intoxiquées pesant au total 15 grammes, à l'exclusion de toute autre nourriture. Après 24 heures, il a mangé toutes les larves, sauf deux qui s'étaient dissimulées dans un coin de la cage.

8e essai : une Perdrix adulte de 260 grammes est alimentée normalement avec du blé; elle en consomme en 12 jours 120 grammes; quatre jours après le début de l'essai, elle reçoit 100 larves saines. Toutes les larves ne sont pas mangées en huit jours.

10e essai : une Perdrix adulte de 270 grammes reçoit en vingt-et-un jours 220 grammes de blé et 160 larves : 70 larves tuées par l'arsenic et 90 intoxiquées, mais encore vivantes. Toutes les larves finissent par être mangées.

Tableau I.

Consommation de larves de Doryphore par la Perdrix grise.

NUMÉRO de L'ESSAIS.	POIDS de la PERDRIX.	DURÉE de L'ESSAI.	ALIMENTS OFFERTS PENDANT CETTE PÉRIODE.			LARVES CONSOMMÉES PAR JOUR.	OBSERVATIONS.
			BLÉ.	LARVES saines.	LARVES intoxiquées.		
	grammes.		grammes.	Nombre.	Nombre.	Nombre.	
1.....	80-90	24 heures.	50	20	//	13	
1 *bis*...	..	—	25	40	//	24	
2.....	—	—	//	100	//	98	
3.....	90	4 jours.	60	60	//	10	
4.....	..	10 jours.	150	50	//	5	
6.....	95	4 jours.	50	100	//	13	
7.....	90	5 jours.	40	//	112	18	
8.....	260	12 jours.	120	100	//	8	
9.....	300	22 jours.	250	//	170	8	50 larves mortes consommées.
10....	270	21 jours.	220	//	160	8	70 larves mortes consommées.
11....	270	25 jours.	250	//	160	6	

Ajoutons à nos constatations deux faits signalés par l'enquête :

A Chateaumeillant (Cher), une Perdrix a été coupée par une faucheuse, chez M. Pierre Guyot, château de Grammont. L'oiseau était bourré de Doryphores (renseignement fourni par M. Honoré Guyot, château des Thureaux, Preuilly).

A Pleumartin (Vienne), M. Gabillard, médecin-vétérinaire, a trouvé en faisant des autopsies « dans le jabot des oiseaux, de nombreux Doryphores, jusqu'à 15 chez une jeune Perdrix ». (Lettre du 7 août 1933, communiquée par le Directeur des Services agricoles.)

Le chiffre de 15 concorde tout à fait avec les résultats de nos essais.

Plusieurs autres lettres présentent les Perdrix comme « très friandes de Doryphores ». Le plus souvent, cette affirmation ne correspond pas à une observation directe du fait, mais à de simples déductions basées sur l'inexistence ou la disparition des insectes, ou même à la lecture d'articles de journaux. Il y a d'ailleurs des indications contraires.

De cet ensemble de faits, il ressort que la Perdrix grise est loin de dédaigner les larves de Doryphore ; mais nous ne croyons pas qu'il faille espérer en faire un véritable agent de lutte contre cet insecte. L'enquête ne nous apporte aucun fait catégorique à cet égard et, si quelques correspondants invoquent le rôle que la Perdrix grise jouerait aux États-Unis, ils sont très certainement victimes d'une confusion de noms.

Aux États-Unis, la Perdrix grise n'est pas une espèce indigène ; elle est d'importation européenne. La première tentative d'introduction connue est celle que fit, dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, près de Beverley, dans le New-Jersey, le gendre de Franklin, Richard Bacher. D'autres essais eurent lieu entre 1879 et 1899, plus en grand à partir de 1905, avec un maximum de 1907 à 1914. Dans certains endroits, les Perdrix ont couvé dès la première année, se sont maintenues pendant une dizaine d'années, et ont disparu. En d'autres points, la réussite a été très bonne ; dans l'Alberta, près de Calgary, à partir de 1908-1909 [1].

Les Ornithologistes américains ne mettent pas la Perdrix grise sur la liste des oiseaux qui s'attaquent au Doryphore. Mac Atee [2] a donné les noms de 33 espèces reconnues comme étant des ennemis du Doryphore. Dans cette énumération, on trouve des Fringillidés, des Coucous, un Pluvier, un Héron, un Corbeau (*Corvus brachyrhynchos*), des Oiseaux de proie et plusieurs Gallinacés. Trois espèces sont d'origine européenne : le Faisan à collier, l'Étourneau et le Moineau. La Perdrix grise n'est pas mentionnée et cette opinion est appuyée sur les résultats d'autopsies qui ont bien décelé dans le gésier de la Perdrix, à côté de graines, des Tipulides, des Pucerons, des Sauterelles, des Coléoptères, mais parmi ceux-ci pas de Doryphores.

D'où vient donc qu'on ait pu, chez nous, écrire que la « Perdrix » était aux

[1] Arthur Cleveland. — *Life histories of North american gallinaceous Birds.* Orders galliformes and columbiformes (Smithsonian Institution, 1932).

[2] Mac Atee. — *Bird Allies of the Farmer.* (Communication de Madame la Marquise de Pierre, Présidente de la Ligue belge pour la protection des Oiseaux).

États-Unis d'un précieux appoint contre le Doryphore? Cela tient, pensons-nous, à ce que l'on donne assez fréquemment, en Amérique du Nord, les noms de « Partridge » ou de « Quail » à des Oiseaux qui ne sont ni des Perdrix, ni des Cailles; les « Perdrix » américaines qui mangent en assez grande quantité le Doryphore et sa larve, sont des Colins, des « Bob White », ainsi qu'on les appelle couramment d'après leur chant.

Dans le gésier de *Colinus v. virginianus* Linné, et de *Colinus v. floridanus* Couet, on trouve des Doryphores. *C. Virginianus* serait même un véritable protecteur de la pomme de terre, d'après ce passage de Moseley [1] : Pendant dix ans, le Bob White a joui, dans l'Ohio, d'une très stricte protection. Résultat : depuis plusieurs années, la Pomme de terre est cultivée avec succès dans plusieurs fermes de l'Ohio sans qu'on traite contre le Doryphore, et sans qu'on prenne de mesures pour combattre l'insecte. Il est certain que beaucoup de champs ont été pratiquement débarrassés des Doryphores; on a observé que les Bob White y passaient une grande partie de leur temps, et on les a vus suivre les rangées, becquetant les Doryphores. Lorsque les champs de pommes de terre se trouvaient près d'un terrain boisé, ils n'étaient pas envahis par les insectes; mais ceux-ci causaient des dégâts lorsque les champs se trouvaient près des routes ou des bâtiments, sur les mêmes fermes. Dans les fermes où les Bob White pouvaient nicher et recevaient une bonne protection, les champs de pommes de terre étaient débarrassés des insectes, s'ils n'étaient pas trop près des bâtiments ; un champ entouré de terres découvertes, sans buissons, sans récoltes hautes ou sans cultures pouvant offrir un abri au Bob White, était inévitablement infesté par le Doryphore.

« Un fermier, habitant à 8 milles au sud de Defiance, avait élevé environ 50 Bob White sur ses terres. Pendant les deux années que ces oiseaux furent là, les insectes ne commirent pas de dégâts, ni dans les pommes de terre, ni dans les choux. A l'automne suivant, un certain nombre des oiseaux furent tués par les chasseurs, tandis que les autres, effrayés, disparurent. Au printemps suivant, l'insecte réapparut en nombre. Le fermier élève à nouveau des Bob White et les protège contre les chasseurs ».

*
* *

La Perdrix rouge a été citée une fois dans notre enquête, comme grosse mangeuse de Doryphores.

Les Perdrix peuvent manger des Doryphores, mais, comme dans le cas des empoisonnements de gibier qui lui est d'ailleurs étroitement lié, ce simple fait a été colporté de proche en proche en s'amplifiant constamment. On précisait même que, dans certains départements, l'ouverture de la chasse à la Perdrix avait

[1] Moseley (Edwin Lincoln). — Bob White and Scarcity of Potato Beetles (*Wilson Bulletin*, vol. 40, n° 3, p. 149-151, septembre 1900.)

été retardée pour permettre la destruction du Doryphore. Renseignements pris, cette information s'est montrée entièrement inexacte ; dans quelques cas, on a prononcé la clôture anticipée (Indre), mais seulement dans un but de protection du gibier, et sans que cette décision offre aucun rapport avec la question du Doryphore.

2° Oiseaux de basse-cour.

Nous avons pratiqué deux modes d'essais :

1° Présentation d'insectes aux volailles, soit enfermées au poulailler, soit en liberté dans les rues de village ou les cours de ferme ;

2° Établissement de parcs grillagés dans les champs de pomme de terre fortement envahis par le Doryphore : on y place les animaux à étudier et on les observe pendant plusieurs heures en s'efforçant de ne les déranger en rien.

Sur champ de pommes de terre et au laboratoire d'Ahun, nous avons choisi pour sujets d'expérience, le Dindon, la Pintade et le Canard, que des articles de presse et différentes communications dépeignaient comme d'actifs doryphorivores. A côté d'eux, dans nos essais, la Poule occupe une bonne place, mais en liberté seulement ; le Pigeon et l'Oie ne jouent qu'un rôle de figurants. Ce sont, sauf l'Oie, les mêmes animaux que nous retrouverons au cours de l'enquête.

Poules. — Nous ne les avons pas observées dans les champs de pommes de terre. Si on leur jette des insectes en un lieu quelconque, leur attitude varie beaucoup suivant les individus.

Dans une rue de village, on jette des larves à différents petits groupes de Poules. Celles-ci accourent, picotent de la pointe du bec, emportent parfois une larve, dans ce geste habituel de la poule qui a pris un bon morceau et fuit devant ses poursuivantes ; après avoir éventré leur proie, elles l'abandonnent bientôt. Parfois, après avoir dilacéré une larve, elles en avalent la peau. Les adultes paraissent acceptés un peu mieux : quelques-uns sont mangés, mais la plupart sont déchiquetés et abandonnés. Une Poule accompagnée de ses poussins, les appelle, à la vue de 2 adultes qu'on lui jette ; toute la troupe les déchire, puis les abandonne. Une autre Poule, survenue, mange un des deux insectes.

Cette consommation est absolument insignifiante : à plusieurs dizaines de Poules et poussins ainsi observés, nous n'avons pu faire absorber au total que 7 Doryphores, dont 2 larves. La répugnance pour cet insecte est très caractéristique ; presque toujours la Poule en attaque un, puis, après l'avoir déchiqueté de quelques coups de bec, l'abandonne.

Dans un poulailler, nous n'avons pas eu plus de succès : 25 larves et 10 adultes y sont déposés dans une assiette ; aucun n'est mangé dans le cours d'une journée.

Cependant, les Poules peuvent s'habituer peu à peu aux Doryphores. Si on leur en offre fréquemment, elles finissent par les accepter, et en consommer plusieurs de suite avec empressement, qu'ils soient morts ou vivants. Cette consommation ne paraît cependant pas dépasser quelques individus. L'obser-

vation la plus nette à ce sujet est due à J. Dixmeras, préparateur au Laboratoire de campagne du Doryphore : « ...Les Poules étaient en liberté dans la cour, au nombre de 10 environ. Elles avaient mangé normalement.

« Je leur ai donné environ 150 grosses larves du 4e âge. Elles se sont précipitées et en ont mangé sans avidité quelques-unes. On leur a jeté du riz; elles l'ont préféré, mais elles n'ont pas cessé de manger en même temps quelques larves qui se trouvaient à côté. Une des poules mangeait presque exclusivement des larves pendant que les autres mangeaient du riz.

« Une des Poules, laissée enfermée toute la matinée, fut lâchée, elle se précipita et mangea avidement les larves, ainsi que 2 ou 3 adultes.

« Les autres poules picorèrent et mangèrent quelques insectes.

« Finalement, toutes les larves furent mangées; il resta quelques adultes. »

L'enquête donne, dans l'ensemble, les mêmes résultats que nos essais. A côté de quelques formules exagérées telles que « les Poules débarrassent entièrement les pommes de terre du Doryphore », ou : « Les Poules élevées en parquets ne mangent pas le Doryphore », beaucoup de nos correspondants expriment l'idée même qui ressort de nos essais et que l'un d'eux traduit parfaitement par cette formule simple : « Les Poules mangent quelques Doryphores, mais pas beaucoup. »

Pigeon. — Un article de presse (*L'Acclimatation* du 14 juillet 1934) signale que des Pigeons voyageurs auraient, dans la Haute-Vienne, débarrassé un champ de ses Doryphores. Nos essais, très restreints d'ailleurs, ne confirment pas le fait en ce qui concerne le Pigeon ordinaire : des Pigeons mêlés à des Poules mangent le grain qu'on vient de jeter sur le sol; quelques larves sont lancées entre leurs pattes. Ils les piétinent, les déplacent, sans y faire attention; ils ne pensent qu'à prendre leur plus grande part du grain.

Pintades. — Trois Pintades, observées pendant cinq heures un quart dans un enclos de 7 mètres sur 3 mètres, dans un champ de pommes de terre, donnent quelques coups de bec sur les pieds de pommes de terre très chargés de larves. L'autopsie indique dans leurs gésiers des débris végétaux et des petits fragments de deux Coléoptères, dont l'un a été identifié comme étant un Sylphide. D'autres Pintades en liberté circulaient à proximité du même champ, sans y entrer; on les a vues poursuivre des Sauterelles et d'autres insectes.

Dans un poulailler, les Pintades laissées au jeûne, capturent les mouches, mais 20 grosses larves et 5 adultes restent intacts pendant trois heures et demie, sauf un adulte qui gît à terre, éventré.

Quelques indications de notre enquête affirment l'efficacité de la Pintade dans la destruction du Doryphore. Si des essais pratiques ont été faits, ils ne semblent pas concluants.

Oie. — L'enquête n'en fait pas mention. Les résultats de nos essais sont également négatifs : on a présenté à 3 jeunes Oisons un mélange de blé et de larves de Doryphores, ils ont trié le grain et laissé les insectes.

Canards de ferme. — Ici encore nos essais sont négatifs. Sur un plat qui sert habituellement à distribuer la nourriture, on met de la pâtée que l'on parsème de larves. Les Canards appelés accourent, se précipitent et avalent le tout goulûment.

On met ensuite, sur le même plat, des larves seules, sans pâtée. La manœuvre se répète et les Canards, dans leur emballement, avalent deux larves. Ils s'arrêtent aussitôt, saisissent de la pointe du bec deux ou trois autres larves, les rejettent immédiatement avec dégoût, laissent le reste et s'en vont.

Même indication chez certains de nos correspondants; d'autres signalent des consommations de Doryphores.

Canards coureurs indiens. — Cinq de ces animaux surveillés dans un champ couvert de larves de Doryphores commencent à s'y promener, puis se couchent à l'ombre des fanes : pendant toute une après-midi, ils ne donnent pas le moindre coup de bec aux nombreuses larves qui les entourent.

Au poulailler, ils refusent tout Doryphore, même après avoir été mis au jeûne.

Dindons. — L'essai a été fait notamment dans un champ envahi, où l'on a installé un enclos mobile de 6 mètres sur 3 m. 50. On y installe une mère Dinde, deux de ses petits et un petit coq nain qui vivait d'ordinaire avec eux. La troupe se comporte normalement, grattant le sol pour y trouver divers insectes. Mais, bien que les pieds de pommes de terre portent chacun de 20 à 30 grosses larves très visibles sur les tiges dénudées, bien qu'on ait jeté dans l'enclos à plusieurs reprises des larves et des adultes, les Dindons, mère et jeunes, ne mangent aucune larve en deux heures un quart d'observation. Ils absorbent, après beaucoup d'hésitation 5 à 6 adultes au maximum. Le coq en consomme autant à lui seul.

L'enquête est très affirmative sur la destruction des Doryphores par le Dindon; malgré le manque de précision des textes, il semble qu'il s'agisse d'insectes adultes. Deux indications concernent spécialement les larves : elles sont négatives.

On peut penser qu'à la suite d'articles de presse, il y a eu un certain emballement en faveur du dindon, de la part de cultivateurs anxieux de défendre leurs cultures par tous les moyens. Dans le cas où on a voulu passer à la mise en pratique, aucun résultat n'a été obtenu.

3° Reptiles.

M. le Marquis des Moustiers-Mérinville signale (lettre du 27 novembre 1935) qu'il a tué, il y a deux ans, une grande Couleuvre qui avait des larves de Doryphore plein le ventre. La Vipère, au contraire, ne paraît pas se nourrir de Doryphore, ou du moins, il ne l'a pas constaté.

R. — D'après la description qu'a donnée M. des Moustiers-Mérinville, il s'agit très probablement de la Couleuvre à collier (*Tropidonotus natrix* Linné).

Suivant Rollinat, les insectes trouvés dans un Reptile n'ont pas toujours été directement ingérés par l'animal. Ils proviennent très souvent de l'estomac d'une proie mangée par le Reptile.

CONCLUSIONS.

Expérimentation et enquête réunies permettent de conclure que les oiseaux de basse-cour : Poules, Dindons, Canards, Pintades, ne sont pas naturellement assez friands du Doryphore ou de sa larve pour que leur intervention puisse, en quoi que ce soit, amoindrir les effets dévastateurs de l'Insecte.

Si même il était possible d'« habituer » des Poules à manger les larves, il faudrait des troupeaux entiers de volailles et l'on peut facilement imaginer dans quel état serait un champ de Pommes de terre après le séjour de cette armée de gratteurs!

Quant à la Perdrix grise, elle paraît bien manger assez volontiers des larves; mais là, nous sommes sans pouvoir pour renforcer l'action de la Nature : un surpeuplement en Perdrix est impossible, et, en présence de milliers et de milliers de grappes de larves, se trouveront une ou deux compagnies; leur intervention n'est pratiquement d'aucun poids dans la balance. C'est pourquoi la timide campagne en faveur d'une limitation ou d'une suppression momentanée de la chasse à la Perdrix a très vite abouti à un échec, que personne parmi les intéressés n'a cherché à détourner, les chasseurs encore moins que les cultivateurs.

Malgré tout notre désir de magnifier, dans la circonstance, le rôle de l'Oiseau, nous ne pouvons que renvoyer le cultivateur au seul moyen de salut qui lui reste : l'insecticide, employé avec méthode et précautions.

DOCUMENTATION.

1° Perdrix

Côte d'Or. — M. Piarche à Saulieu (lettre du 9 août 1935) a vu de ses propres yeux, trois semaines auparavant, une compagnie de 20 perdreaux à l'ouvrage : « avant d'avoir vu mes perdreaux, j'avais constaté que tous les bois de pommes de terre étaient couverts de petits insectes tout rouges. Passant par là huit jours après, je n'ai retrouvé aucun de ces insectes ».

Il avait entendu dire que, seuls, les perdreaux faisaient la guerre au Doryphore. « Je suis obligé de me rendre à l'évidence et de dire ou conclure que c'est exact ».

R. — La disparition des larves est presque certainement due à leur descente en terre pour la nymphose.

Indre. — M. Pellerin a Pouligny-Saint-Pierre (lettre du 12 août 1935) nous écrit qu'il n'a pas constaté une diminution du Doryphore dans les champs où sont les compagnies.

Landes. — Les indications suivantes nous été données par le Président de la Société de Chasse de Sanguinet, arrondissement de Mont-de-Marsan (lettre du 29 mai 1935) : Il y a deux ans, dans le but de protéger ses perdreaux, il fit répandre le bruit que les perdreaux étaient de grands destructeurs de Doryphore; il ignorait si cela était exact.

En janvier 1935, à sa grande surprise, des cultivateurs sont venus lui demander de lâcher d'autres perdreaux : dans les champs de peu d'étendue, il n'y avait pas trace de Doryphore, quand y vivait une compagnie de perdreaux; les champs sans perdreaux étaient ravagés. Le Président fit une enquête et on lui certifia le fait.

Cette année, sa Société de chasse vient de lâcher des perdreaux de Tchécoslovaquie; il nous tiendra au courant de ce qui se passera. Nous n'avons rien reçu depuis.

Lot-et-Garonne. — M. Oliva à Grandfonds (lettre du 24 juillet 1934, communiquée par le *Chasseur français*) parle de perdreaux trouvés morts; il pose cette question : « sans doute ces oiseaux, friands de Doryphore, ont été victimes d'empoisonnement en mangeant des insectes traités à l'arséniate? »

M. François Boulin, près de Marmande (lettre du 10 juin 1935) est très partisan du perdreau rouge qu'il connaît bien. Dans un article qu'il a écrit pour *La Petite Gironde* du 31 mai 1935, 15e édition, il recommande le perdreau rouge, « remède simple, naturel, moins onéreux que tous ceux chimiques en usage, remède dont je me permets d'affirmer la parfaite et concluante efficacité.

« La Perdrix rouge est, ne l'oublions pas, particulièrement friande de Doryphore, ses mets de prédilection résident surtout dans le Doryphore, l'Altise et autres coléoptères. Grosse mangeuse, elle peut, adulte, en absorber 200 grammes par 24 heures, indépendamment des graines qui lui sont nécessaires. »

Il a observé la chasse aux insectes par les Perdrix rouges.

« Qu'une compagnie de perdreaux visite deux fois une plantation de pommes de terre, on peut être assuré que le ramassage de l'insecte et de ses œufs sera mieux fait que celui accompli par le garde-champêtre, serait-il accompagné des enfants de l'école, y compris les applications répétées d'arséniate de plomb. »

Il demande le repeuplement en Perdrix rouges « et nous n'entendrons plus parler de ce maître ravageur qu'est le Doryphore. »

Tarn-et-Garonne. — Le Président de la Fédération départementale de chasse, déclare (lettre du 11 mai 1935) : « La Perdrix fait une guerre acharnée au Doryphore, le Doryphore est inconnu là où ce gibier abonde. »

Vendée. — La Direction des Services agricoles nous a signalé qu'au début de l'invasion, on a souvent vu des perdreaux dans les champs envahis. Là s'arrêtent les constatations.

2° Poules.

Aveyron. — M. Madaule, près de Campouriez écrit, en parlant du Doryphore (lettre du 1er juillet 1935) : « Des voisins ayant ramassé quantité de ces bêtes en ont donné aux poules. » Elles en ont mangé quelques-unes, « mais pas beaucoup ».

Charente. — M. Mimaud, à Ruffec (lettre du 13 novembre 1935) a cherché à éviter l'invasion, en plantant en 1935 ses pommes de terre aux abords de la ferme; il espérait « que la volaille ferait la police du Doryphore ». Le résultat a été nul : « ma métayère, qui avait le champ sous les yeux, m'a affirmé n'avoir jamais vu une poule picorant sur les tiges de pommes de terre ». M. Mimaud a jeté à la volaille des larves et des adultes qui ont été dédaignés.

Côte-d'Or. — M. Piarche, à Saulieu (lettre du 9 août 1935) conclut, après vérification, que dindes et poules peuvent s'attaquer au Doryphore, mais « le bien en est si petit et si difficile à vérifier qu'il est, à mon avis, inutile d'en parler ».

Creuse. — Un cultivateur, voisin du Laboratoire de campagne du Doryphore, dit que les poules détruisent quelques adultes.

Indre. — M. Pellerin, à Pouligny-Saint-Pierre (lettre du 12 août 1935), assure que poules, poulets et canards ne détruisent pas le Doryphore.

Tarn. — Le Président de la Fédération départementale de Chasse écrit (11 mai 1935) : «Il est reconnu, et cela a été constaté, que les champs de pommes de terre fréquentés par des volailles (dindons, poules, pintades, canards) n'avaient pas été atteints par le Doryphore...».

Vienne. — M. Saiveau, à Pleumartin, conclut (lettre du 6 juin 1935) : «malgré plusieurs essais, les poules élevées en parquets ne mangent pas le Doryphore; celles élevées aux champs paraissent en manger».

3° Pintades.

Lot-et-Garonne. — *Bulletin du Comice agricole* de l'Arrondissement de Villeneuve-sur-Lot, mai 1935 : M. Andrieu, Maire de Blanquefort, dit que dans sa commune on est très satisfait de l'emploi, comme auxiliaire, des pintades; celles-ci font une chasse acharnée aux Doryphores, adultes et larves.

«Et nous croyons à l'efficacité de cet emploi. Nous nous en rendrons compte d'ailleurs personnellement.»

Nous n'avons reçu aucune communication ultérieure.

4° Dindons.

Creuse. — Détail de nos observations faites dans un enclos :

Larves : au début, la dinde et le coq picorent les larves sur les pommes de terre, à 3 ou 4 reprises seulement, puis les laissent tomber à terre sans les manger. Le coq en ramasse sur le sol à plusieurs reprises; après 2 ou 3 coups de bec, il les abandonne.

Une poignée de 50 grosses larves est jetée au même point. Les oiseaux ont aperçu et s'approchent, donnent quelques coups de bec et s'éloignent sans rien manger.

Adultes : la dinde a été vue consommant un adulte qu'elle avait trouvé au sol : elle le mit en pièces à coup de bec, les élytres sautèrent. Finalement, la dinde avala le corps.

10 adultes sont jetés sur un espace bien découvert : 5 à 6 restent visibles. Le coq en mange trois successivement et sans hésiter. Deux autres adultes restés en vue disparaissent aussitôt après un passage des deux dindonneaux et du coq.

D'autres adultes sont jetés successivement, 2 ou 3 à la fois. On voit les dindonneaux en manger au total 2 ou 3. Ils en paraissent moins friands que le coq.

Pendant toute l'observation, les 4 oiseaux se sont comportés normalement, cherchant tranquillement leur nourriture. Ils ont mangé dans leur enclos tous les végétaux autres que les pommes de terre et de nombreux insectes trouvés sur le sol ou dans la terre qu'ils ont grattée dans tout l'enclos. Notamment un gros insecte (2 centimètres) à élytres noires, que la mère dinde a dépecé et mangé avec ses jeunes.

Les oiseaux ont constamment côtoyé, sans y faire attention, des pieds de pommes de terre portant jusqu'à 10 et 20 grosses larves très visibles sur les tiges dénudées.

Loiret. — *L'Acclimatation,* 2 mai 1933 (note non signée) :

«Au cours de la session de décembre de la Chambre d'Agriculture du Loiret, un membre de cette Assemblée a signalé que des destructions totales et systématiques de Doryphore avaient été obtenues dans certaines localités par des troupeaux de dindons parcourant les cultures de pommes de terre envahies. Les dindes semblent être très friandes de ces insectes qui causent tant de préjudice.»

Lot-et-Garonne. — Dans le *Bulletin du Comice agricole* de Villeneuve-sur-Lot, de juin 1934, nous lisons, sous le titre «Contre le Doryphore» : «L'utilisation du Dindon en tant qu'auxi-

liaire de l'agriculture se serait révélée par suite de l'envahissement du Doryphore dont nos pommes de terre sont menacées.

«Conduits dans les champs de ces tubercules, les dindons détruisent, paraît-il, surtout s'ils sont en assez grand nombre, d'une façon presque complète le Doryphore, larves et adultes. Il n'y a qu'à essayer, et nous rendre compte du résultat.»

Le 16 juin, nous écrivons au Président du Comice, en lui demandant de nous communiquer les observations que lui enverront ses adhérents.

Le 9 juillet, le Président envoie son Bulletin de juillet où, sous le titre «A propos du Doryphore», on lit : «Dans le dernier numéro du Bulletin, nous avons préconisé, pour destruction du Doryphore, le séjour de Dindons dans les champs de pommes de terre.

«L'Institut des Recherches agronomiques nous demande si ce procédé a été employé et quel en est le résultat. Nous invitons donc les membres du Comité qui auraient usé de ce procédé à nous faire connaître son efficacité et toutes observations qu'ils croiraient devoir nous présenter à ce sujet. Prière de nous écrire avant la prochaine séance du 8 juillet ou de s'y présenter en personne».

Le Président donne ainsi le résultat de son enquête : «Je n'ai recueilli hier, au cours de la réunion mensuelle du Comice, aucun renseignement bien précis sur l'efficacité du Dindon. Il y avait du reste une vingtaine de membres à peine, à cause des travaux des champs. Personne n'aurait pratiqué ce procédé de lutte et il m'a été fait observer que le Dindon, pour être utile en la circonstance, doit être à l'âge adulte, âge qu'il n'atteint ici qu'au mois d'août. Or, à cette date, les fanes de pommes de terre sont flétries et séchées».

Le Président cherchera des renseignements sur les Dindons dans deux autres cantons où ils sont très abondants et nous fera connaître ses résultats. Nous n'avons rien reçu depuis.

En 1935, le Président du Comice revient sur le Dindon, par cette courte note du *Bulletin* de mai 1395 : «La région est contaminée et il va falloir traiter : on nous avait signalé, l'an dernier, l'emploi de dindons, pour cette chasse, mais les dindons arrivent un peu tard pour faire œuvre utile».

Vienne. — M. Betoulle à Moulismes a mis un troupeau de 15 dindons pendant quatre jours de suite dans un champ doryphoré et a observé lui-même. Les dindons n'ont mangé aucune larve. On leur en a donné dans leur enclos, le résultat a été le même.

DOCUMENTATION.

I. PHYTOGÉNÉTIQUE.

ALLEN CLARK (J.) and BAYLES (B. B.). — **Classification des variétés de blé cultivées aux États-Unis.** (Classification of wheat varieties grown in the United Stats.) *United States department of Agriculture D. C. Washington*, Bull. 459, avril 1935.

Dans un travail paru en 1922, les auteurs avaient déjà donné une description complète des blés cultivés aux État-Unis. Le présent ouvrage, qui est une mise au point du précédent, comporte la classification (clef dichotomique) et la description de 200 variétés de blé (*T. vulgare, compactum, spelta, turgidum, durum, monococcum*). Les auteurs, après avoir insisté sur la nécessité de travailler sur des variétés issues de sélection généalogique, passent à l'étude des caractères utilisables pour une détermination. Ces caractères sont de deux sortes : physiologiques (d'hiver ou de printemps, précocité, résistance à la verse et aux maladies cryptogamiques) et morphologiques (aristation des épis, couleur des glumes, forme du bec de glume, couleur et caractères des grains).

Une fiche, comprenant l'origine, la description, l'aire de culture et les différentes dénominations, a été établie pour chaque variété.

P. J.

GUILLEMART (R.). — **L'Orge de Brasserie en 1935.** *Jour. d'Agr. Pr.*, 1936, 100e année, n° 7, p. 133-135, 15 février ; n° 8, p. 155-157, 12 février 1936.

L'auteur expose la raison d'être de la S. E. C. O. B. R. A. et les buts qu'elle se propose : contrôle de la sélection des orges de brasserie et expériences agricoles dans chacune des principales régions productrices d'orges en France.

La récolte d'orge de brasserie en 1935, pour la France, est estimée à 300.000 quintaux. La qualité de cette récolte ne peut être certainement évaluée par les moyens physiques ou chimiques employés actuellement. La qualité dépend surtout de la variété ; mais elle est aussi soumise à l'influence des saisons. Celle de 1935 est très instructive. Avril et mai sont froids, humides, d'où une végétation languissante et étiolée. L'épiaison est irrégulière à cause de la production tardive de talles secondaires dus à un mois de juin chaud. En juillet, des coups de chaleur causent un échaudage massif des épis secondaires. Le grain battu contient de 20 à 40 p. 100 de graines passant au tamis de 2 mm².

Dans ces conditions, certaines variétés recommandées par la S. E. C. O. B. R. A. ont cependant donné de bons résultats ; en Beauce-Gâtinais, la variété Sarah ; dans le Nord : Comtesse, 0.149 et en Bretagne, Spratt Archer. Par contre, en Mayenne, Duchesse, par suite des semailles tardives, a souffert de la coulure. Dans le Centre, en Champagne et en Lorraine, Sarah a donné de mauvais résultats à cause du manque d'eau.

L'emploi en brasserie des graines autres que l'orge étant limité à 15 p. 100 et les frontières étant fermées aux orges étrangères, les producteurs doivent s'éduquer pour arriver à produire une véritable orge de brasserie.

R. M.

VANDERWALLE (R.). — **Contribution à l'étude de la désinfection des céréales par l'eau chaude.** *Bull. Inst. Agric. et St. Rech. Gembloux*, t. IV, n° 1, p. 3-21, 3 fig., 11 graph., fév. 1935.

L'auteur s'est proposé, en partant d'un assortiment de lignées pures d'orge et de froment, de rechercher s'il existe entre celles-ci des différences de sensibilité à la chaleur et

si toutes les céréales suivent la même loi de destruction. Son travail tend à démontrer que les traitements à des températures de 50° ne provoquent d'altérations sensibles qu'après un temps assez long, tandis qu'un traitement de courte durée, mais à une température plus élevée que 50°, est plus dangereux pour la vitalité de la semence.

Il n'y a pas de parallélisme entre des traitements exécutés à une température élevée et de courte durée et, d'autre part, des traitements à une température plus basse avec des durées plus longues.

Il n'est pas possible, dans les conditions de son expérimentation, de formuler une loi générale de l'action de la chaleur sur la semence comme l'ont proposé différents auteurs : des anomalies se produisant pour certaines températures, ce qui semble démontrer la présence d'une substance formant écran contre la pénétration de la chaleur à l'intérieur du grain.

La classification des diverses variétés de froments, dans l'ordre de leur sensibilité à la chaleur, coïncide avec l'échelle de leur coloration.

La forme en S de certaines des courbes obtenues en portant, en abscisse, les temps des traitements et, en ordonnée, le pourcentage de germination correspondant, pour des températures et des durées définies, doit tenir à une altération particulière. Cette altération peut être due à la destruction de la couche colorée du grain ou simplement à un phénomène d'hydratation de l'embryon.

La sensibilité des semences à la chaleur augmente rapidement avec le vieillissement et la diminution du pouvoir germinatif. Les différences de sensibilité, surtout caractéristiques pour des températures comprises entre 50° et 52°, disparaissent de plus en plus pour des températures plus élevées.

P. J.

Beaucarnot (R.). — **Rendements comparatifs de l'Institut de Beauvais avec d'autres variétés résistantes à la galle verruqueuse.** *Journ. d'agr. prat.*, n° 10, 100e année, p. 198, 7 mars 1936.

A la suite des essais de l'Office agricole de l'Est central dans le Morvan, la variété Max-Delbruck, cultivée depuis cinq années, donne en 1935 un rendement de 197 p. 100 par rapport à l'Institut de Beauvais, elle est peu sensible à la dégénérescence ; Arran-Banner présente des caractéristiques voisines de celles de Beauvais avec un rendement de 175 p. 100. Cette variété est encore en observation.

Cellini donne d'excellents résultats : 155 p. 100. Elle s'acclimate aux sols légers. Sa résistance à la dégénérescence a été éprouvée parallèlement à celle de Max-Delbruck.

Betula donne un rendement de 136 p. 100 mais devra être améliorée au point de vue sanitaire. Robinia, Arran-Pilot, Belle de Fontenay ont, par contre, des rendements inférieurs et un pourcentage de dégénérescence élevé.

P. H.

Crane (M. B.). — **Note sur une chimère periclinale dans la pomme de terre.** (Note on a Periclinal chimaera in the potato.) *Journal of genetics*, vol. 32, n° 1, p. 73-77, février 1936.

Les origines de la variété *Golden Wonder* sont imprécises, mais l'on pense généralement qu'elle provient d'une variation somatique de la variété *Longworthy*.

Les différences entre ces deux variétés résident essentiellement dans l'épiderme : *Golden Wonder* a une peau épaisse, rugueuse, brun roussâtre, alors que *Longworthy* possède un épiderme blanc, uni, mince. Quelques autres caractères tels que : fort rendement, aspect plus farineux après cuisson chez *Longworthy*, différence entre les chromosomes complémentaires, permettent de les distinguer. Pour tous les autres caractères morphologiques, il y a identité.

L'auteur voulant vérifier l'origine exacte de *Golden Wonder* a entrepris les expériences suivantes : il a fait deux lots dans chaque variété ; dans l'un d'eux, les yeux des tubercules sont supprimés, en même temps que les tissus environnants sont creusés sur une profondeur de 1 mm. 5 ; dans l'autre lot, qui sert de témoin, les tubercules ne sont pas mutilés.

Après plantation et examen des tubercules à la récolte, l'auteur trouve qu'il n'y a aucune différence entre les tubercules de *Golden Wonder* traités et le lot témoin de *Longworthy*. Ces résultats indiquent donc que *Golden Wonder* est une chimère périclinale, avec un centre interne de *Longworthy*.

La variété *Golden Wonder* se montre stable par reproduction végétative. Les examens cytologiques n'ont pas permis de déceler s'il existait une différence de longueur de chromosomes entre *Golden Wonder* et *Longworthy*.

P. J.

Morgan (M. F.) et Street (O. E.). — **Vitesse de croissance et assimilation de l'Azote chez le Tabac.** (Rates of growth and nitrogen assimilation of Havana seed tobacco.) *Journ. Agric. Research*, 51, p. 163-173, 1935.

Étudiant la croissance du Tabac, Garner, en 1934, observait : 1° sans addition d'azote au sol, une courbe sigmoïde avec maximum vers août 11-26; 2° avec addition de 40 kilogrammes (NO^3Na) par hectare ou avec un mélange de 20 kilogrammes NO^3Na plus 40 kilogrammes $SO^4(NH^4)^2$, une croissance régulière jusqu'au 4 septembre.

Morgan et Street, en 1935, appliquent 200 kilogrammes N (4/5 organique sous forme de tourteaux et 1/5 NO^3Na), 100 kilogrammes d'acide phosphorique et 200 kilogrammes K^2O; la croissance, exprimée en fonction du poids sec, montre une accélération logarithmique jusque vers le 40-50-60e jour après plantation, pour les plantes non écimées, un léger retard d'accélération se manifeste au moment de la maturation des capsules.

L'écimage diminue considérablement la production de matière sèche, la réduction portant presqu'exclusivement sur la tige.

Les courbes de teneur des tissus en N, au cours de la croissance du Tabac montrent qu'au début, tiges et feuilles contiennent 3,5 p. 100 N. Dans la tige, la teneur en N décroît progressivement jusqu'à 1,5 p. 100.

Dans les feuilles, la teneur en N augmente jusqu'à un maximum de 3,95 p. 100 vers le 40e jour. L'écimage provoque une diminution rapide de la teneur des feuilles en N, en même temps que la formation de feuilles aux dépens des bourgeons auxiliaires.

L'allure générale de la croissance, en fonction de N total, est semblable à celle de la croissance en fonction « poids sec », mais la diminution progressive de la teneur en N p. 100 des divers organes, c'est-à-dire, la « diminution progressive de l'accélération » de la vitesse d'absorption de N, fait apparaître, pour la courbe N, plus nettement que pour la courbe des poids secs, une allure de sigmoïde.

Au moment de la formation des capsules, la croissance « poids sec » étant encore activée, l'absorption d'N du sol tend à devenir nulle; alors que la teneur du sol en N nitrique reste voisine de 60 kilogrammes par hectare, la nutrition azotée des capsules est assurée par le transfert de N des feuilles. Chez les plantes écimées, les feuilles de la récolte tendent à s'appauvrir en azote aux dépens des feuilles des bourgeons.

Avec la fumure azotée appliquée par Morgan et Street (100 kilogr. de N dont 80 p. 100 organique), la concentration d'azote nitrique dans le sol atteint un maximum de 60 kilogrammes par hectare, trois semaines après la plantation; sauf entraînement, à la suite de pluies excessives, la nitrification compense l'absorption par le Tabac jusque vers le 60e jour, après quoi la teneur en N nitrique s'abaisse rapidement jusque vers 10 p. 100.

J. D.

Sessous (G.), Horn (V.), Schnell (H), Muhl (E.). — **Essais culturaux et fourragers avec la Mauve fourragère de lampe.** (Anbau und Fütterungsversuche mit Lampes Futtermalve.) *Pflanzenbau*, 12 jahrg, Heft 8, p. 291-302, 1936.

La Mauve fourragère de Lampe est une sélection de *Malva verticillata* L. faite par la maison Dr. H. Bartels, Stettin. C'est une plante annuelle dont la graine produit une huile de qualité et dont la paille renferme encore 7 à 10 p 100 de protéïne brute. Cette Mauve produit 2 à 3 coupes par an, la première de 300 à 600 quintaux par hectare; les suivantes, la moitié de la coupe précédente. Matière sèche, 25 à 30 p. 100; teneur en protéine brute, 12 à 25 p. 100. L'albumine est très assimilable.

Tous les sols lui conviennent, même le sable, et elle produit d'autant plus que le sol est plus chaud et humide. Elle est cependant très sensible à l'humidité persistante, aux sols lourds, imperméables et ferrugineux. Elle supporte facilement des périodes prolongées de sécheresse.

Deux essais culturaux ont été effectués. Dans le premier, par suite d'une faible germination et d'une mauvaise levée, le rendement a été de 137 quintaux à l'hectare pour la première coupe et de 111,3 quintaux à l'hectare pour la seconde. Dans le deuxième, une seule coupe a produit 338,5 quintaux à l'hectare contre 488 quintaux à l'hectare pour le maïs fourrage.

Les trois essais fourragers faits sur des moutons ont permis de déterminer la digestibilité des éléments nutritifs de la Mauve. Pour les deux premiers, on s'est servi du produit, de la première coupe et pour le troisième de celui de la seconde. Le coefficient de digestibilité, de la protéine brute dont la teneur était de 16,18 p. 100 de la matière sèche, fut en moyenne de 78 p. 100; celui des graisses brutes, de 75,6 p. 100; celui des fibres brutes, de 25,10 p. 100, et pour les corps non azotés, de 77,4 p. 100. L'albumine assimilable a été de 6.52 p. 100 de la matière sèche la première année, de 8,88 p. 100 la seconde et de 12,02 la troisième.

La valeur en amidon au kilogramme a été en moyenne de 50,82 la première année, 48,16 la seconde et de 45,01 la troisième.

La Mauve fourragère convient donc parfaitement pour la nourriture du bétail.

Les auteurs concluent que le rendement, surtout en terrains légers et secs, ne semble pas correspondre à ce qui est indiqué par l'obtenteur. Il faut cependant continuer les essais en raison de la valeur fourragère de la Mauve.

R. M.

FAES et STAEHLIN. — **Essais de fécondation artificielle du pommier franc roseau en Valais.** *Rev. hort. Suisse*, n° 6, 4 fig., juin 1935.

Sur la demande des producteurs de pommes de certaines régions du Valais (Charrat, Martigny-Bourg), la Station fédérale d'essais viticoles et arboricoles de Lausanne a été amenée à rechercher la cause de l'infertilité de la variété Franc Roseau. A la suite des travaux des auteurs, les mauvaises conditions de pollinisation sont apparues comme la cause unique de l'improductivité constante des arbres en dépit de floraisons souvent très abondantes.

Les vergers des régions considérées sont plantés en pommiers de Franc Roseau et en pommiers de Reinettes du Canada. La première variété est à bon pollen (germination de 72 p. 100) et à floraison tardive; la seconde à mauvais pollen (germination 4 p. 100) et à floraison mi-tardive. De plus, l'une et l'autre sont à peu près autostériles. Si parfois il y a coïncidence de floraison, la Reinette du Canada bénéfice seule de l'échange des pollens.

Pour la pollinisation artificielle, par l'inspection des vergers à la cueillette, les auteurs ont constaté qu'en expérience, comme dans la nature, certaines variétés à bon pollen et à floraison tardive pouvaient être d'excellentes pollinisatrices pour Franc Roseau.

Pollinisation artificielle :

Franc Roseau × Franc Roseau	1 p. 100.
Franc Roseau × Reine des Reinettes	13 —
Franc Roseau × Calville blanc	13 —
Franc Roseau × Ontario	18 —
Franc Roseau × Reinette du Canada	3 —

Étant donné que la fécondation croisée ne s'effectue pas au delà de 200 à 300 mètres, les auteurs recommandent de répartir convenablement dans les vergers quelques arbres de variétés pollinisatrices. Pour Reinette du Canada, les variétés mi-tardives suivantes :

Calville blanc.
Reinette de Caux.
Ontario.
Reine des Reinettes.

Pour Franc Roseau, les variétés tardives ci-après :

Reinette de Champagne.
Court pendu Royal.
Taffetas blanc d'hiver.

Les auteurs ont tenu compte dans ce choix de la valeur culturale et commerciale des variétés et de leur aptitude à se féconder mutuellement.

P. D.

Aubin (L.). — **La standardisation des variétés de pommes.** *Rev. hort.*, 108e année, n° 3, p. 77-81, 16 mars 1936.

L'article donne la liste et les caractéristiques des variétés de pommes choisies par le Congrès d'Angers de septembre 1934, comme variétés nationales. Ce sont :

Belle de Boskoop, Belle de Pontoise, Calville blanc, Cox's Orange Pippin, de Jaune, Reinette Baumann, Canada blanc, Reinette de Caux, Reinette grise de Saintonge, Reine des Reinettes et Rambour d'hiver.

P. D.

Chasset (L.). — **Variétés standard de poires.** *Rev. hort.*, 108e année, n° 3, p. 72-77, 1936.

L'auteur énumère les opinions des sélectionneurs sur l'utilisation des mutations pour la recherche des variétés nouvelles en horticulture. Il cite les cas des Tulipes, Reines-Marguerites, Mufliers, Zinias, etc., où les mutations ont permis de fixer des types intéressants.

P. D.

Lécolier (L.). — **La pratique du surgreffage dans la réorganisation du verger français.** *Rev. hort.*, 108e année, n° 3, p. 69-70, 16 mars 1936.

L'auteur recommande vivement pour la restauration rapide des vergers ou pour le changement des variétés la pratique du regreffage sur les arbres recépés ou tout au moins fortement rabattus. Il donne les conseils nécessaires pour pratiquer cette opération qui, bien exécutée, donne d'excellents résultats. Le procédé se recommande surtout pour les arbres à pépins.

P. D.

Chasset (L.). — **Variétés standard des poires.** *Rev. hort.*, 108e année, n° 3, p. 72-77, 16 mars 1936.

A la suite d'un referendum, le Congrès pomologique d'Angers (septembre 1934) a adopté pour les poires une liste de variétés nationales et une liste de variétés régionales.

L'auteur de l'article décrit les variétés et signale leurs caractéristiques pour la culture et le commerce.

La liste des poires adoptées comme fruits nationaux est la suivante :

Beurré Giffard, Dr. Jules Guyot, Williams, Triomphe de Vienne, Beurré Hardy, Louise Bonne d'Avranches, Duchesse d'Angoulême, Doyenné du Comice, Beurré Clairgeau, Passe Crassane, Bergamote Espéren.

P. D.

Lacarelle (A.) et Miedzyrzecki (Ch.). — **Contribution à l'étude du Clémentinier au Maroc, et en particulier, de la question présence ou absence de pépins.** *La Terre Marocaine*, p. 19-25, janvier 1936.

Le Clémentinier serait issu d'un croisement naturel entre le Mandarinier et le Bigaradier. Il ne constitue pas une espèce à caractères bien définis, on y distingue plusieurs « types variétés » dont la valeur pratique est plus ou moins grande.

Certains caractères, propres à la variété, sont transmissibles par le greffage; d'autres sont dus uniquement aux conditions de milieu. Ainsi le caractère de présence — absence des pépins dans le fruit dépend essentiellement des conditions de fécondation. D'après

des contrôles répétés, effectués par les auteurs dans de nombreux vergers, il ressort que : la présence de pépins chez le Clémentinier est due principalement à la fécondation de ses fleurs par le pollen de mandariniers situés dans son entourage. Le nombre des pépins par fruit est en rapport inverse de la distance qui sépare le clémentinier d'un mandarinier. Les abeilles jouent un rôle essentiel dans le transport du pollen d'un arbre à l'autre. Par autofécondation, le Clémentinier donne des fruits sans pépins, c'est-à-dire parthénocarpiques. D'après les auteurs, cette absence de pépins ne serait pas due à une auto-incompatibilité, comme c'est le cas chez d'autres arbres fruitiers, mais plutôt à une stérilité du pollen dont il faudrait rechercher la cause dans la nature hybride du Clémentinier. D'ailleurs la stérilité du pollen peut être plus ou moins prononcée chez certains « types variétés » de Clémentiniers.

Les auteurs concluent en recommandant de ne pas planter les Clémentiniers à proximité des mandariniers ou en mélange avec eux.

R. F.

Stoffels (E.). — **La pollinisation des palmiers à huile.** *Revue de Botanique appl. et d'Agric. Trop.*, n° 173, p. 60-61, janvier 1936.

Les recherches entreprises sur la pollinisation artificielle se traduisent par une augmentation d'huile de 12,16 % en plus à l'hectare. Les producteurs espéraient plus encore. mais l'indigène chargé du travail, ne féconde jamais tous les spadices femelles, mais seulement ceux qu'il aperçoit et à portée de sa main. Dans la fécondation naturelle, les spathes protégeant le spadice empêchent la pollinisation des fleurs inférieures. La pollinisation artificielle évite cet inconvénient, c'est pourquoi les régimes sont nettement plus larges dans la partie inférieure.

P. B.

Larter (L.-N.-H.). — **Hybrides de *Musa*. — Cytologie somatique de certaines plantules de *Musa* à la Jamaïque.** (Hybridism in Musa. — Somatic cytology of certain jamaïcan seedlings.) *Journ. of Genetics*, vol. 31, n° 2, p. 297-315, 1935.

La pollinisation artificielle de la variété *Gros Michel* par *Robusta*, toutes deux triploïdes parthénocarpiques, a donné 15 plantes dont 14 sont tétraploïdes et une triploïde. L'étude comparative des chromosomes montre que les F_1 tétraploïdes dérivent des œufs triploïdes de *Gros Michel* et du pollen haploïde de *Robusta*.

La F_1, croisée avec le parent mâle, a donné une lignée dont le nombre de chromosomes varie de 32 à 44, comprenant des triploïdes, des tétraploïdes et des aneuploïdes.

La F_1, croisée avec le parent femelle a donné des triploïdes, des tétraploïdes, des pentaploïdes, un heptaploïde et des aneuploïdes. Il est démontré que les plantules diploïdes ou tétraploïdes proviennent des œufs de *Gros Michel* fertilisés par le pollen de la F_1 dont le nombre de chromosomes varie de 11 à 22. La plantule heptaploïde est probablement formée d'un œuf ayant un double chrosomome complémentaire.

Les conclusions précédentes sont renforcées par une analyse statistique de la grosseur du grain de pollen chez les parents et la F_1.

Une contradiction, telle que l'absence de plantules hexaploïdes dans le croisement inverse de *Gros Michel* est attribuée à des différences de longueur du tube pollinique.

P. B.

II. PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

Dillon Weston (W.-A.-R.). — **La production des spores d'*Helminthosporium avenae* et *Alternaria Solani* en culture pure.** (The sporulation of *Helminthosporium avenae* and *Alternaria Solani* in artificial culture.) *Trans. Brit. Myc. Soc.*, vol. XX, p. 112-115, janvier 1936.

Abandonnés au laboratoire et sur les milieux les plus variés, *Helminthosporium avenae* et *Alternaria Solani* ne fournissent que de très rares spores.

L'auteur a montré qu'une culture d'*Helminthosporium avenae* produit abondamment des spores quand on l'expose aux radiations d'une lampe à vapeurs de mercure. Il précise dans ce travail le rôle de la lumière et arrive aux conclusions suivantes :

H. avenae et *Alternaria Solani* forment abondamment des spores quand on les soumet à l'action d'une haute intensité lumineuse.

La production des spores est provoquée par une haute intensité de lumière visible, la lumière ultra-violette n'exerçant aucune action.

On note d'autre part qu'une exposition prolongée à la lumière accentue la pigmentation du mycelium.

M. L.

Hart (Helen) and Zaleski (Karol). — **Effets de l'intensité lumineuse et de la température sur l'infection du blé Hope par** *Puccinia graminis tritici*. (The effect of light intensity and temperature on infection of Hope wheat by *Puccinia graminis tritici*) *Phytopathology* 25 : 1041-1066, december 1935.

L'hybride de blé Hope a été sélectionné d'un croisement Marquis × Yaroslav (Emmer) aux Etats-Unis pour sa quasi-immunité à diverses formes de *P. graminis tritici* particulièrement néfastes à d'autres blés susceptibles.

La quasi-immunité de Hope est un caractère génétique, dominant, indépendant du caractère « résistance » et paraissant lié à la production d'anthocyane dans les tissus menacés d'infection.

Les plantules de Hope, à la suite d'inoculation expérimentale en serre, peuvent se montrer susceptibles à la « forme n° 21 » de *Puccinia graminis tritici*, mais dans les champs des États-Unis où il avait été cultivé, Hope jusqu'en 1933, n'avait jamais montré que des traces de rouille et témoignait donc d'une quasi-immunité. (Sur les côtes brumeuses du Pérou, cependant, Hope cultivé pendant l'hiver, se rouille fortement par *P. graminis*.)

Au cours de l'été chaud et sec de 1933, Hope a montré dans les cultures expérimentales de Saint-Paul (Minnesota) jusqu'à 35 % d'attaque du *Puccinia graminis*.

Pour expliquer ce phénomène, Miss Hart, par une étude expérimentale des effets du milieu sur les relations parasitaires, a montré que l'influence exercée par un facteur écologique dépend non seulement de l'espèce de rouille mais de la forme physiologique ou, plus exactement, du complexe considéré : « forme physiologique de rouille — génotype de blé ». Chaque complexe est caractérisé par un certain optimum pour chaque facteur écologique (température, intensité ou durée nycthémérale d'éclairement).

Par exemple, il existe un optimum d'intensité d'éclairement pour le développement mycélien et la sporulation de *P. graminis tritici* dans Hope.

Dans les conditions normales d'insolation intense de la vallée supérieure du Mississipi, Hope, dès qu'il a dépassé le stade plantule, manifeste une quasi-immunité vis-à-vis des attaques de *P. graminis tritici 21*. Les températures élevées agissent comme l'insolation intense. Ne recevant qu'une lumière atténuée, Hope demeure, à tous ses stades de développement, aussi susceptible qu'il l'est à l'état de plantule.

La conclusion de Miss Hart est que ce qui importe dans l'étude de l'immunité, c'est l'étude du complexe « hôte — agent pathogène » bien plus que l'étude séparée de l'hôte et de l'agent pathogène, en plein accord avec les conclusions de l'auteur de cette analyse ; par exemple, Hope sain soumis à une illumination si intense soit-elle, ne forme pas d'anthocyane ; seuls se pigmentent par de l'anthocyane, les tissus entourant le lieu où ont été inoculées des spores de *Puccinia graminis tritici*.

J. D.

Ullstrup (Arnold J.). — **Études sur les variations du pouvoir pathogène et des caractères culturaux de** *Gibberella saubinetti* (Studies on the variability of pathogenicity and cultural characters of *Gibberella saubinetti*.) *Journ. Agric. Res.*, vol. 51, n° 2, p. 145, july 1935.

La mise en germination individuelle de chacune des 8 ascospores isolées d'un asque de *G. saubinetti* peut fournir des colonies (d'origine monosporique) qui diffèrent considérablement quant à leur faculté de parasiter les plantules de maïs.

Les cultures qui développent rapidement un mycelium aérien sont toujours très viru-

lentes ; celles à croissance lente le sont peu ; elles ont peu de chances d'être isolées de tissus parasités où elles ont à subir la concurrence des premières.

J. D.

BUCHHEIM (A.). — **Influence de l'attaque du charbon sur la croissance et le faciès de la plante hôte.** (Einfluss von Brandbefall auf Wachstum und Habitusbild der Wirtspflanze.) *Phytopathol. Zeitschr.*, Bd. VIII, H. 6, p. 615 à 621, 1935.

De ses essais d'infection du charbon sur une lignée pure de Millet, l'auteur tire les conclusions suivantes :

1° Sur tiges et feuilles, une action stimulante du charbon se traduit par un accroissement du nombre de feuilles et un allongement plus grand de la tige ;

2° L'inflorescence détruite par le charbon reste enfermée dans les larges feuilles engainantes du sommet.

La différence d'influence du charbon sur les diverses parties de la plante malade, action stimulante sur feuilles et tiges, action retardatrice sur la croissance de l'inflorescence, dépend très probablement de la différence de l'intensité de croissance entre le mycelium et les spores du champignon ; ces dernières se développent dans l'inflorescence qui est détruite, tandis que le mycelium se trouve surtout dans les tiges et les feuilles.

L'auteur constate la ressemblance du faciès de la plante de millet malade, avec celui du maïs et du sorgho charbonnés ; il voit dans le fait une preuve de la parenté qui unit ces plantes malades d'une même famille et signale l'intérêt que pourrait présenter l'observation du faciès de plantes malades dans les études de systématique.

G. R.

MITRA (M.) et BOSE (R. D.). — **Les helminthosporioses de l'orge et leur traitement.** (Helminthosporium diseases of Barley and their control.) *Ind. J. Agric. Sci.*, vol. 5, p. 449-484, 4 fig., 2 pl., 1935.

Dans les parties septentrionales de l'Inde, trois espèces du genre Helminthosporium vivent communément sur l'orge : *H. Sativum* PK et B, *H. Teres* SACC., *H. gramineum* RABH. La maladie la plus grave observée dans ces régions est due à *H. Sativum* PK et B.

Cette Helminthosporiose évolue en deux phases : une infection primaire provenant de germes véhiculés par la semence ou existant dans le sol, se manifeste par des lésions sur les racines et les tiges des jeunes plantes. Parfois même, très infectées les graines ne germent pas ou lèvent mal. Les attaques précoces éclaircissent les semis. Une infection secondaire apparaît plus tard sur les feuilles, tiges et épis.

Helminthosporium Sativum ne parasite pas uniquement l'orge, mais aussi de nombreuses graminées (STEVENS, 1922 et CHRISTENSON, 1926). On le trouve sur riz et maïs. On inocule avec succès Blé, Avoine, Sorgho, Canne à sucre, *Setaria italica*, *Panicum frumentaceum*. Il existe plusieurs lignées de ce champignon, dont les plus communes sont celles de l'Orge et du Blé.

D'autre part, l'organisme peut fort bien vivre en saprophyte dans le sol et sur les résidus de récoltes.

L'importance des dégâts est en relation avec les types d'orge, les saisons, les localités. Le pourcentage d'épis et de grains infectés dépend des conditions atmosphériques réalisées à la fin de la végétation de l'orge : favorisée par une période humide, la contamination est au contraire réduite par un temps sec.

La réaction du sol paraît intervenir et expliquerait les inégalités d'attaques en des points très voisins d'un même champ.

La désinfection des semences est envisagée comme moyen de lutte et divers fongicides sont mis en comparaison. On note à ce sujet la supériorité des sels de mercure sur les autres produits. Cependant, si la désinfection des semences permet de réduire les attaques sur plantules, elle demeure sans action sur les infections ultérieures.

Les auteurs observent des différences dans la sensibilité des variétés et estiment que la recherche de types résistants est susceptible de conduire à la meilleure méthode de lutte contre *H. sativum*.

M. L.

WALKER (J. C.) and LARSON (R. H.). — **La cyanamide calcique et la lutte contre la hernie du Chou.** (Calcium cyanamide in relation to control of clubroot of cabbage.) *Journ. agric. Research* 51 : n° 2, p. 183, july 15 1935.

La cyanamide $Ca\,CN^2$ appliquée à la dose de 400 à 800 kilogrammes à l'hectare peut préserver, dans une certaine mesure, les choux contre la « hernie » causée par le *Plasmodiophora brassicae.*

Une certaine quantité de $Ca\,CN^2$ est plus efficace que la somme des quantités correspondantes de $Ca\,(OH)^2$ et de $CO\,(NH^2)^2$ que libère son hydrolyse ; ce qui permet de penser que l'anion CN^2 exerce dans le sol une action toxique pour le *Plasmodiophora.*

Dans les sols acides infestés par le *Plasmodiophora*, l'azote minéral peut, avec profit, être fourni sous forme de cyanamide.

J. D.

YOUNG (PAUL A.). — **Une pourriture de potirons et de courges due à un** *Sclerotinia.* (Sclerotinia Rot of squash and Pumpkin.) *Phytopath*, vol. 26, p. 184-189, 2 fig., 1936.

Étude de pourritures observées sur *Cucurbita maxima* DUCH. et *Cucurbita pepo* L. et attribuées à *Sclerotinia sclerotiorum* (LIB) DE BARY. Sur les fruits de *Cucurbita pepo* L., l'infection expérimentale produit une pourriture molle, à évolution rapide. Sur ceux de *Cucurbita maxima* DUCH., la maladie se traduit par une pourriture sèche, allant jusqu'à la momification. Dans les deux cas, les semences sont décomposées et les fruits inutilisables.

Sclerotinia sclerotiorum (LIB.) DE BARY est une espèce polyphage parasite de plantes appartenant à des familles très diverses : composées, crucifères, cucurbitacées, chénopodiacées, légumineuses, solanées, ombellifères. A la liste des hôtes de *Sclerotinia sclerotiorum* (LIB.) DE BARY, il y a lieu d'ajouter pour l'État de Montana : *Chrysanthemum maximum* RAM. ; *Lactuca sativa* L. ; *Zinnia elegans* JACQ ; *Melilotus officinalis* LAM. ; *Melilotus alba* DESR. ; *Pisum Sativum* L. ; *Phaseolus vulgaris* L. ; *Solanum hiberosum* L. ; *Daucus Carota* L. ; *Apium graveolens* L.

M. L.

MASSEE (A. M.). — **Transmission de la maladie à virus du fraisier « Yellow edge » par le puceron du fraisier.** (On the transmission of the strawberry virus « Yellow edge disease » by the strawberry aphis.) *Journ. pomol. Hort. Sc.* 39 : 52, mars 1935.

Le puceron du Fraisier « *Capitophorus fragariae* » THEO. est un vecteur de la maladie à virus dite « Yellow edge », mais seulement pendant le mois de juin.

Le *Tarsonemus fragariae* ZIMM. ne paraît pas transmettre le virus ; les effets funestes que provoque directement son attaque peuvent masquer, sur les Fraisiers infestés, les symptômes de la maladie à virus.

J. D.

RÖDER (K.). — **Recherches sur la maladie du Phytophthora (*Phytophthora infestans*) de la Tomate.** (Untersuchungen über die Phytophthorakrankheit (*Phytophtora infestans*) der Tomate.) *Phytopathol. Zeits*, Bd. VIII, H. 6, p. 589 à 614, 1935.

Dans son travail, l'auteur s'est donné comme tâche :

1° De vérifier les donnés des auteurs américains ;

2° De rechercher si les contradictions qui se trouvent dans la littérature sur la question de la résistance, sont dues à des types biologiques différents de *Phytophthora infestans ;*

3° D'étudier la marche de la maladie à l'intérieur des différents organes de la Tomate.

L'étude a été faite sur un grand nombre de variétés allemandes et étrangères (81), en infection artificielle avec différentes souches de culture du champignon, dont six ont été isolées sur tomates et deux biotypes « A » et « S » isolées sur pomme de terre et déjà bien connues en Allemagne. Des six souches isolées sur tomates, trois se sont montrées particulièrement virulentes et ont été désignées sous le nom biotype « T », tandis que les trois autres, semblables dans leur action à « A » et « S » forment le groupe « L ».

La maladie se comporte chez la tomate, en ce qui concerne les feuilles, de la même manière que chez la pomme de terre. Les tubes germinatifs des zoospores pénètrent dans les cellules épidermiques indemnes et arrivent dans le système intercellulaire des feuilles. Le temps d'incubation varie entre 4 et 6 jours. L'aspect de la maladie ne diffère de celui que l'on trouve sur la pomme de terre, que par une fructification moins importante du parasite.

Le fruit de la tomate montre un autre comportement vis-à-vis du parasite. Ici l'épiderme forme une barrière infranchissable à l'invasion du champignon qui ne peut pénétrer que par des blessures ou par voie indirecte dans l'intérieur du fruit. Une autre voie de pénétration dans le fruit est le pédoncule et les feuilles du calice. L'attaque du fruit se fait donc généralement à partir du point d'attache. Le champignon peut fructifier aussi sur le fruit, mais la densité des conidiophores est bien moindre que sur les feuilles.

Chez la tomate, au moins deux races biologiques différentes de *Phytophthora infestans* se rencontrent. L'une de ces races, désignée sous « T » montrait sur toutes les variétés de l'essai, une virulence très élevée. En 10-12 jours, des plantes âgées de 50-60 jours furent presque complètement détruites. L'autre race, désignée pour le moment comme groupe « L » et qui semble être identique au groupe « A » se distingue vis-à-vis de « T » par le fait, qu'elle produit sur les feuilles de tomates surtout des taches desséchées. Ce stade étant atteint, le parasite ne continue plus à se développer. Des plantes, infestées avec le groupe « L » ne meurent pas. Les deux races ont ceci de commun, qu'elles sont incapables de traverser l'épiderme indemne du fruit de la tomate.

Les souches « A » et « S » isolées sur pommes de terre montrent sur la tomate un comportement semblable à celui du groupe « L ». Les variétés de tomates essayées ne présentaient pas de différences nettes dans leur résistance contre les différents types de *Phytophthora infestans*. Des solanum voisins de la tomate cultivée, *Sol. racemigerum*, *Sol. racemiflorum*, *Sol. humboldtii*, *Sol. tomatillo*, se sont montrés très sensibles au biotype « T ». Les possibilités d'une sélection pratique de variétés de tomates résistantes au *Phytophthora infestans*, ne sont donc jusqu'à présent que très faibles. En raison de ce manque de différence dans la résistance des variétés sauvages et des 81 variétés cultivées essayées, l'auteur recommande de n'accepter qu'avec précaution les nouvelles venant d'Amérique, sur les *Phytophthora resistente* ou même « immune » variétés de tomates.

G. R.

HARRISON (T. H.). — I. **La pourriture des fruits et les maladies des arbres fruitiers qui y sont associées.** — II. **Les apothécies des champignons qui en sont la cause.** (I. Brown Rot of fruits and associated diseases of deciduous fruit trees. — II. The apothecia of the causal organisms.) *Journ. and Proced. of the Roy. Soc. of New South Wales*, vol. LXVI, p. 154-176, 1 fig. dans le texte, 1 planche, 16 avril 1935.

Ce mémoire apporte une importante contribution à l'étude morphologique des apothécies et à la Systématique des trois champignons, agents habituels de la pourriture des fruits : *Sclerotinia fructigena* ADERH. et RUHL., *Sclerotinia laxa* ADERH. et RUHL., *Sclerotinia fructicola* (WINT.) REHM.

C'est à l'espèce d'ADHERHOLD et RUHLAND, *Sclerotinia fructigena*, dont la validité ne saurait être mise en doute, que l'on doit rapporter les apothécies décrites en 1912 par WESTERDIK en Hollande et en 1931 par SOLKINA en Russie. Les apothécies récoltées en 1919 sur une pomme momifiée en Italie et conservées dans les collections de l'Instituto superiore agrario de Bologne, que l'auteur a étudiées avec soin, doivent également être rattachées à cette espèce.

Les excellentes diagnoses de *Sclerotinia laxa*, d'ADERHOLD et RUHLAND (1905) et de *Sclerotinia cinerea* de WORMALD en 1921 semblent s'appliquer à une même espèce pour laquelle l'auteur préfère la dénomination de *Sclerotinia laxa* ADERH. et RUHL.

La découverte d'apothécies de ce champignon en Angleterre en 1932 est signalée.

Les travaux ayant trait à *Sclerotinia fructicola* (WINT) REHM. sont brièvement passés en revue et complétés par les propres observations faites par l'auteur en Australie.

Morphologiquement, les apothécies de *S. laxa* et de *S. fructicola* paraissent identiques, mais le matériel récolté jusqu'à présent est trop insuffisant pour permettre une étude complète. Les essais faits pour arriver à les distinguer par l'examen microscopique du stipe sont relatés.

Les différences présentées par les deux espèces dans leur forme imparfaite justifient nettement leur séparation.

P. H. J.

WORMALD (H.). — **Les maladies des arbres fruitiers dues aux champignons du genre *Sclerotinia*.** (The Brown Rot diseases of fruit trees.) G. B. *Ministry of Agriculture and Fisheries*. Bull. n° 88, 50 p., 20 pl. 1 fig., 1935.

Cet important travail constitue une remarquable mise au point de l'ensemble de nos connaissances actuelles sur les maladies des arbres fruitiers causées par différents champignons du genre *Sclerotinia*, *S. fructigena* ADERH. et RUHL., *S. laxa* ADERH. et RUHL., *S. laxa* ADERH. et RUHL. forme *mali* (WORM.) HARRISON, *S. fructicola* (WINT.) (REHM.).

Après avoir fait l'exposé historique de la question, l'auteur étudie la répartition géographique de ces champignons dans le monde, leur morphologie, l'aspect de leurs cultures sur différents milieux, leurs modes de pénétration dans les plantes hôtes ainsi que les facteurs conditionnant l'infection. Il décrit ensuite en détail les dommages causés sur les principales espèces fruitières (Pommier, Poirier, Pêcher, Abricotier, Cognassier) et termine par des considérations générales sur les moyens de lutte à employer.

P. H. J.

DEFAGO (G.). — **De quelques Valsées von Höhnel parasites des arbres à noyau dépérissants.** (Thèse Zurich, 109 p., 4 figures, 1935.)

Cette étude avait pour but de déterminer la nomenclature des espèces de Valsées vivant sur arbres à noyaux et leur rôle dans les dépérissements de ces végétaux. L'auteur a séparé sous l'ancien nom générique de Leucostoma trois espèces caractérisées par la présence constante d'un endostroma : *Leucostoma Persoonii* (NIT) TOGASHI = *Valsa leucostoma* (PERS.) FRIES ; *Leucostoma cincta* (FR.) v. HÖH = *Valsa cincta* FR. ; *Leucostoma nivea* (PERS.). AUT. = *Valsa nivea* PERS., les autres Valsées sur arbres à noyaux étant : *Valsa ambiens* (PERS.) FR., *Valsa microstoma* (PERS.) FR.

L'étude morphologique sur plantes parasitées et sur milieux artificiels a permis de préciser les caractères distinctifs de ces cinq espèces. Les trois *Leucostoma* peuvent se développer à des températures inférieures à 0° C., mais pas à plus de 36° C.

L'étude de la nocivité de ces diverses espèces et de leurs formes biologiques a été étudiée par des essais d'inoculation effectués soit sur blessures, soit sur incisions suivies de brûlures. Le matériel inoculé comprenait 41 espèces et plusieurs variétés de *Prunus*, et des abricotiers représentés par les trois variétés : Luizet, Blanc rosé et Paviot.

Ces inoculations ont permis de constater des différences de virulence dans les neuf isolements du *L. Persoonii*, il s'agit donc bien de formes biologiques distinctes ; elles ne sont cependant pas spécifiques et plusieurs d'entre elles peuvent coexister sur un même *Prunus*. Dans *L. cincta*, on peut considérer qu'il existe deux formes : Charrat et Chippis, cette dernière étant moins virulente, aucune des deux n'étant spécifique. *L. nivea* est considérée, jusqu'à plus ample connaissance, comme une espèce distincte de *L. Persoonii*. L'infection de trente-neuf espèces de *Prunus* par *L. Persoonii* forme *persicae* et *L. cincta* formes Charrat et Chippis, a laissé indemnes seulement *Prunus graeca* et *Pr. Sieboldii* ; toutes les autres espèces sont sensibles à des degrés différents.

L'existence dans la nature, de dépressions produites par les *Leucostoma* autour des bourgeons morts, a amené l'auteur à rechercher si les bourgeons peuvent servir de porte d'entrée ; des inoculations, dans des conditions diverses, ont été faites avec succès seulement dans le cas de bourgeons endommagés (blessures ou gelée).

Les essais d'inoculation par introduction de spores sous l'écorce, n'ont provoqué de dépérissement que chez quatre espèces ; mais, dans le cas de blessures ayant tué quelques assises de cellules, le mycelium s'est montré capable de tuer même les branches les plus fortes.

Les observations faites par l'auteur dans le Valais et en France (vallée du Rhône, Hérault et Pyrénées-Orientales) concernant la répartition des *Leucostoma* dans la nature, confirment les données des infections artificielles.

Les effets produits sur les arbres varient non seulement avec la résistance de l'hôte et

la virulence propre à chaque forme biologique, mais ils dépendent aussi des conditions extérieures. Aussi le résultat d'une infection varie depuis un desséchement localisé jusqu'à la mort de l'arbre par « apoplexie ».

Cette étude des Valsées est donc un document intéressant pour les phytopathologistes, en raison des renseignements qu'elle fournit sur la biologie, le pouvoir pathogène et le mode d'infection de divers parasites. Elle sera consultée avec fruit par tous ceux qui s'intéressent aux dépérissements des arbres fruitiers.

J. B.

Colley (L. M.). — **Identification des mosaïques des framboisiers.** (The identity of raspberry mosaïcs.) *Phytopathology*, 26, 44-56, january 1936.

Dans le nord-est des États-Unis, il existe 2 virus transmissibles par *Amphorophora rubi* aux framboisiers rouges ou noirs :

1° Le virus dit des « framboisiers rouges » infecte 100 p. 100 des hybrides « Columbian » où il se manifeste par une mosaïque bénigne. Ce virus inoculé aux framboisiers noirs produit, suivant que leur croissance est plus ou moins active (ce qui dépend des conditions climatiques), des symptômes pouvant se manifester seulement par une mosaïque bénigne, ou s'aggraver de nécroses.

Ce premier virus devrait être dénommé « virus de la mosaïque verte » par opposition au second ;

2° Virus de la mosaïque jaune.

J. D.

Mehrlich (F. P.). — **Virulence et variation des *Phytophthora* causant la pourriture du cœur des ananas.** (Pathogenicity and variation in *Phytophthora* species causing heart rot of pineapple plants). *Phytopathology*, 26-43, january 1936.

Du point de vue morphologique, le *Phytophthora cinnamoni* Rands causant la pourriture du cœur des ananas à Hawaï est identique au *P. cambivora* (Petri) Bouis.

Les types de *P. cambivora* isolés de châtaigniers par Petri en Italie, par Dufrenoy à Secondigny, par Day en Angleterre, non plus que les types de *P. cinnamoni* isolés de châtaigniers en Italie ou de noyers en Australie, ne se sont pas montrés capables de provoquer la pourriture du cœur des ananas inoculés ; au contraire, les *P. cinnamoni* isolés de cinnamon, de rhododendron, comme ceux isolés d'ananas, et les *P. palmivora* isolés de palmiers, d'hevea ou d'ananas, et enfin les *P. parasitica* isolés de solanées, se sont montrés virulents.

Les diverses cultures de *P. cinnamoni*, *P. palmivora*, *P. parasitica* diffèrent entre elles par des variations de l'ordre de celles qui distinguent les « races physiologiques ».

Les deux « espèces » *P. cinnamoni* et *P. cambivora* doivent être réunies sous le nom de *P. cambivora*.

J. D.

Manil (P.). — **Une maladie bactérienne du lilas, nouvellement constatée en Belgique.** *Bull. Inst. Agric. et St. Rech. Gembloux*, t. IV, n° 1, p. 90-91, février 1935.

Des rameaux de lilas présentant les symptômes du *Lilac blight*, maladie déjà décrite et étudiée expérimentalement, mais non encore signalée en Belgique, l'auteur a pu isoler une bactérie qui, inoculée, reproduit sur des plantes saines l'aspect de la maladie. L'étude des caractères de cet hôte pathogène permet de l'identifier au *Bacterium Syringae* Van Hall, apparentée, d'après certains auteurs, au *Bacterium citriputeale* Smith C. O.

P. H. J.

Westcott (C.). — **Le chancre charbonneux du rosier, dû au *Coniothyrium Wernsdorffiae*.** (Brand canker of rose, caused by *Coniothyrium Wernsdorffiae* Laubert). *Cornell Agric. Expt. Stat.*, memoir 153, 39 pages, 5 pl., 2 fig., 6 graph., 1934.

Cette maladie cause des dégâts importants sur les rosiers, son développement apparaît lié à des conditions de milieu plutôt qu'à une sensibilité de variété. Les lésions sont

limitées aux rameaux; le premier symptôme est une tâche rougeâtre qui augmente, devient brune au centre, avec une zone rougeâtre autour. Les pycnides apparaissent, lors du brunissement de la tache, comme de minuscules renflements dont le développement provoque ensuite l'éclatement de l'écorce, en petites crevasses caractéristiques.

Il peut se produire aussi des tumeurs sur les tiges. Les dégâts ont toujours été observés sur tiges couvertes de terre pendant l'hiver pour les protéger du froid. L'auteur distingue ce chancre « charbonneux » du chancre des tiges; les caractères distinctifs de ces maladies sont indiqués, ainsi que les différences entre les champignons pathogènes *Coniothyrium Wernsdorffiae* et *Coniothyrium Fuckelii* (comparaisons des pycnides, spores et des conditions de développement en culture).

Les blessures d'origines diverses (insectes, épines, mulots) ou par enlèvement de feuilles ou d'épines sont à l'origine de l'infection; les conditions optima sont fournies par la pratique employée à Ithaca de couvrir les tiges avec de la terre pendant l'hiver. Il n'y a presque pas de chancres dans le cas où les rosiers ne sont pas ainsi protégés, et ils ne se forment pas non plus pendant l'été.

La suppression des tiges malades est efficace contre le développement de la maladie, mais il est difficile d'enlever toutes les parties malades. Des essais de fongicides, à base de soufre ou de sulfate de cuivre, n'ont pas été efficaces.

On n'obtient une réduction de l'infection qu'à condition de laisser les rosiers à découvert pendant l'hiver. Aussi l'auteur indique le comportement de 66 variétés des rosiers, selon qu'ils étaient ou non protégés en hiver.

M. G.

Rosen (H. R.). — **Une maladie des roses due au** *Phytomonas syringae*. (Rose blast induced by *Phytomonas syringae*.) *J. of Agricul. Research*, V, L. I., n° 3, p. 235-243, 1935.)

Il s'agit d'une maladie nouvelle observée sur l'hybride perpétuel *Magna Charta;* elle affecte surtout le réceptacle des fleurs, ainsi que le calice et le pétiole des fleurs et des feuilles; elle se manifeste par des taches et des traînées de tissu mort, brun-noirâtre et entraîne souvent la dessiccation des boutons.

Par infection sur citron et sur poirier, on a pu différencier l'organisme pathogène isolé : il s'agit du *Phytomonas syringae* et non d'*Ervinia amylovora*, qui cause le fire-blight des poiriers avec des caractères externes rappelant la maladie étudiée.

D'autres infections sur rosier et sur lilas ont permis de retrouver les caractères des maladies observées sur ces plantes.

Cette maladie est signalée pour la première fois sur rosier, mais, en raison de la distribution étendue des hôtes du *Phytomonas syringae*, il est à craindre qu'elle existe ailleurs soit aux États-Unis, soit en Europe.

La variété George Arends semble attaquée; mais d'autres variétés, voisines des *Magna charta* malades, ne montrèrent aucun symptôme : ce sont Paul Neyron, Mrs John Laing, Frau Karl Druschki, Red Letter Day, Madam Butterfly, Talisman, Red Radiance, Dame Edith Helen et White Maman Cochet, ainsi que Gruss an Aachen.

M. G.

Lindquist (J. C.). — **La brûlure des feuilles de narcisses et jonquilles.** (La « quemadura » de las hojas de narcisos y junquillos, *Stagonospora Curtisii*.) *Revista Argentina de Agronomia*, t. II, p. 237-244, déc. 1935.

s'est développée de façon particulière en 1930 et en 1935.

Elle est caractérisée par l'apparition, au début de la floraison, de taches nécrotiques à

Cette maladie a été observée sur *Narcissus pseudo-narcissus* et *Narcissus tagetta;* elle l'extrémité des feuilles; ces taches s'étendent et arrivent à couvrir la moitié supérieure de la feuille; une bande jaune les limite à la partie inférieure.

Il se produit aussi des taches placées sur la partie médiane des feuilles et qui s'étendent en cercles concentriques. Les unes et les autres portent des pycnides brunes d'où les spores sortent en masses filamenteuses grisâtres.

Le champignon qui cause la « brûlure » est le *Stagonospore Curtisii* (Berk.) Sacc.; ses pycnides, plus ou moins globuleuses, ont de 120 à 200 μ; les spores sortent par un

ostiole central et sont agglomérées par une substance mucilagineuse soluble dans l'eau. Elles sont très variables de forme, dimensions et cloisonnement.

En culture pure, le champignon donne des fructifications. Le pouvoir pathogène du champignon a été éprouvé par des inoculations sur narcisses et jonquilles, soit avec des fragments de gélose portant le champignon, soit par aspersion de spores sur les feuilles. Dans les deux cas, au bout de 6-7 jours, les taches nécrotiques se sont formées, portant ensuite des pycnides.

Moyens de lutte. — Désinfection des bulbes par le formol à 0,5 p. 100 ou le bichlorure de mercure à 1 p. 1.000 pendant une demi-heure. Emploi de bulbes provenant de plantes saines, rotation des cultures et destruction des feuilles malades après la récolte.

M. G.

Massey (L. M.) et Jenkins (A. E.). — **L'anthracnose des violettes due à un *Sphaceloma*.** (Scab of violet caused by *Sphaceloma*.) *Cornell University, Agr. expt. Stat.*, memoir 176, april 1935.

Cette maladie a causé des dégâts dans les cultures depuis 1925, mais n'a été identifiée qu'en 1932.

Elle attaque les violettes et les pensées cultivées, introduites d'Europe, et aussi diverses espèces sauvages nord-américaines, telles que *Viola conspersa, V. cucullata, V. lanceolata, V. pedata, V. scabriuscula, V. septentrionalis.* Parmi les violettes odorantes, les variétés suivantes ont été atteintes : Mrs David Lloyd George, Double Russian, Freys Fragrant, Governor Herrick, Rosina, Princess of Wales et Princess Mary. La maladie existe dans plusieurs états de l'est et du sud-est des États-Unis, ainsi que dans la Nouvelle-Galles du Sud en Australie.

Les lésions caractéristiques, qui sont des taches couleur chamois, apparaissent sur les feuilles, les pétioles foliaires et pédoncule floraux et aussi sur les inflorescences, les sépales et les fruits. Elles provoquent des déformations de tous ces organes.

Le parasite, après étude en culture pure, est décrit sous le nom de *Sphaceloma violae* Jenkins. Des infections sur la variété Princess Mary, sur *Viola tricolor, V. lanceoleta* et *V. pedata* ont mis en évidence son pouvoir pathogène.

En plein champ, des essais de poudrage avec un produit à base de cuivre et de chaux ont été inefficaces; de meilleurs résultats ont été obtenus par des pulvérisations de bouillie bordelaise à 1 p. 100 de sulfate de cuivre, faites à partir de juillet, tous les 10-15 jours.

M. G.

Allain (André). — **Contribution à l'étude du *Phytophthora cambivora*. Morphologie, cytologie et action pathogène du parasite.** (Thèse de Sciences.) 127 pages, 18 fig., 16 pl., Paris, Firmin-Didot et C^ie^, 1935.

Le *Blepharospora* (*Phytophthora*) *cambivora* a été isolé, en 1916, par Petri des châtaigniers malades de l'encre, en Italie, puis par Dufrenoy, en France. Day et Ashby l'ont étudié en Angleterre sur châtaigniers et hêtres. Aux États-Unis, Gravatt, Tucker, Fawcett ont montré l'identité du *P. cinnamoni* et du *P. cambivora.*

Allain a pu obtenir expérimentalement la production d'œufs bien conformés et propres à l'étude cytologique, par inoculation du *P. cambivora* à des plantules stériles de robinia et de chêne.

La reproduction sexuée ne peut pas être plus nettement hétérogame que chez le *Phytophthora cambivora.* Le filament mycélien, dont l'extrémité se renflera plus tard en un oogone, traverse tout d'abord un mycélium qui à son tour produit un renflement pour former l'anthéridie.

Les résultats d'Allain concordent donc avec ceux de Murphy qui, par ses travaux sur le *Phytophthora erythroseptica* a démontré qu'au premier stade de la reproduction sexuée l'oogone pénétrait dans l'anthéridie : les noyaux phériphériques se divisent, il apparaît un coenocentre auquel est accroché un noyau; un seul noyau mâle s'unit à un seul noyau femelle.

Les œufs sont entourés d'une endospore riche en cellulose et d'une exospore riche en callose.

A la suite de ses recherches caryologiques, Allain distingue deux sortes d'organes asexués formés par *B. cambivora*, les conidies et les sporanges : dans les premières, les noyaux se divisent sans que le protoplasme se segmente, tandis que, dans les seconds, la division est suivie d'une fragmentation de ce protoplasme en zoospores.

L'observation macroscopique montre que la présence du *Phytophthora cambivora* détermine en dernier lieu dans les tissus du châtaignier un noircissement puis une sécrétion de liquide noir, tandis que, dans le lupin (auquel le *Ph. cambivora* peut être inoculé avec succès), elle produit seulement un jaunissement, tout au plus un brunissement des tissus; dans l'un et l'autre cas, on constate une hyperplasie très nette au point d'inoculation.

L'examen microscopique nous révèle que le parasite forme des renflements mycéliens, aussi bien dans le châtaignier que dans le lupin, et peut prendre une localisation intra ou intercellulaire, selon le degré de la résistance des cellules, qui semble accrue par l'abondance des grains d'amidon. L'altération de la structure des cellules se traduit par une désagrégation des chloroplastes, par la digestion des grains d'amidon, par une agglomération de gouttelettes graisseuses existant déjà dans les cellules saines et enfin, chez le lupin, par l'apparition de tanins dans les tissus La présence de tanin chez le châtaignier ne semble pas due à l'influence du parasite, puisque même les tissus indemnes en contiennent en grande quantité.

Le morcellement du système vacuolaire est plus prononcé dans les cellules du châtaignier que dans celles du lupin. Le chondriome, dans les cellules atteintes de ces deux plantes, finit par prendre la forme de granules. La nucléolyse complète est plus fréquente dans les cellules infectées du châtaignier que dans celles du lupin.

J. D.

Leonian (Léon H.). — **L'influence des auxines sur le *Phytophthora cactorum*.** (The effect of auxins upon *Phytophthora cactorum*) *Journ. of Agric. Research*, vol. 51, n° 3, p. 277-286, august 1, 1935.

Beaucoup de champignons (*Mucor, Zygorhynchus*, certains *Pythium*) peuvent fabriquer les auxines qui leur sont nécessaires pour leur propre croissance, tandis que d'autres champignons (*Phycomyces blakesleanus, Phytophthora cactorum, Coprinus radians*) ne peuvent se cultiver que sur un milieu où ces facteurs de croissance sont apportés par une substance organique complexe.

Leonian montre que *P. cactorum* ne fait aucune croissance sur la solution gélosée : dextrose, 5 grammes; NO^3K, 1 gramme; $(PO^4)^3K^3H^2$ 0,5; $MgSO^4$ 0,25; cendres de pois, eau, 1.000 grammes; mais qu'il suffit de déposer sur la gélose une extrémité de racine de plantule de maïs pour obtenir une excellente croissance, avec formation d'organes sexués, dans la zone de diffusion des auxines abandonnées par le morceau de racine; ces auxines résistent aux traitements physiques et chimiques (stérilisation des racines à l'autoclave, ébullition en présence de 20 p. 100 SO^4H^2).

J. D.

Vanderwalle (R.). — **Quelques caractères physiologiques de différentes souches de *Verticillium* du groupe *Dahliae*.** *Bull. Inst. Agric. et St. Rech. Gembloux*, t. IV, n° 4, p. 378-398, 1 fig., nov. 1935.

Des souches de *Verticillium Dahliae*, de diverses origines (pomme de terre, rosier, orchidée, tomate, *Aster sinensis*, chicorée), ont été cultivées soit sur un milieu liquide de Raulin, à *p*H variable, soit, suivant la technique imaginée par Labrousse & Sarejanni, sur un milieu solide additionné d'indicateurs colorés et permettant à tous moments de contrôler les modifications de l'acidité du milieu où vit le champignon. Si toutes les souches provoquèrent l'acidification, celle-ci se produisit pourtant avec une vitesse et une intensité variables. Au cours d'essais de potentiel d'oxydo-réduction, seul le bleu de méthylène, dont le potentiel d'oxydo-réduction est plus faible, fut modifié, mais l'intensité de la décoloration fut variable suivant les souches. Celles-ci présentent donc des caractères physiologiques bien marqués mais sans influence sur leur capacité de s'adapter rapidement à des hôtes différents comme le prouvent les essais d'inoculation croisée poursuivis par l'auteur.

P. H. J.

MARCHAL (E.). — **Observations et recherches effectuées à la Station de Phytopathologie de l'État pendant l'année 1934.** *Bull. Inst. Agric. et St. Rech. Gembloux*, t. IV, n° 2, p. 97-105, mai 1935.

L'auteur donne un aperçu de l'état phytosanitaire des principales cultures de la Belgique au cours de l'année 1934, caractérisée par un été sec et chaud, peu propice à l'extension des grandes épiphyties. Il y a lieu de remarquer, en particulier, la gravité des attaques printanières de *Sclerotinia cinerea* SCHROT. sur cerisier et la rareté des attaques de *Phytophthora infestans* sur pomme de terre au cours de l'été.

Il rend compte également des principaux problèmes étudiés par la Station et dont les résultats seront publiés séparément : désinfection des semences d'orge et de blé par l'eau chaude; application des méthodes sérologiques à l'étude des maladies à ultravirus des végétaux; nécrose foliaire blanche du tabac; désinfection des mottes de terre, ce dernier problème d'une grande importance pour le commerce d'exportation de certaines plantes ornementales.

P. H. J.

HENDRICKS (L.). — ***Un nouvel hôte du Bacterium tumefaciens.*** *Bull. Ins. Agr. et St. Rech. Gembloux*, t. IV, n° 1, p. 90, févr. 1935.

Bacterium tumefaciens SMITH et TOWNSEND dont la présence a été déjà notée, dans la famille des Crassulacées, sur les genres *Sedum* et *Bryophyllum*, est également capable d'attaquer le genre *Sempervivum*, sur lequel il n'avait pas encore été signalé jusqu'à présent, comme le prouve le développement d'une tumeur à la suite d'une inoculation par piqûre faite par l'auteur à partir d'une souche isolée de *Rubus idaeus*.

P. H. J.

III. ZOOLOGIE AGRICOLE.

MIEGE (E.-M.). — **Un dangereux parasite de la fève.** *Journ. d'Agr. Prat.*, 100e année, n° 13, p. 266-268, 3 fig., 18 mars 1936.

En Afrique du Nord, l'attaque des fèves par les larves de sitones (*Sitones lineatus*) se produit peu avant la floraison et s'étend rapidement. Une culture peut être anéantie en l'espace d'un mois (1933). Les feuilles supérieures des pieds atteints flétrissent et tombent. La plante cesse de croître, puis meurt. La cause du mal peut demeurer inaperçue du cultivateur, car la larve passe toute son existence dans le sol. L'arrachage permet de trouver des larves et des nymphes principalement au voisinage des nodosités des racines.

Malgré la destruction des plantes par le feu, un défoncement de 75 centimètres, l'emploi de la jachère et de l'alternance des cultures, l'attaque s'est manifestée à nouveau au début de 1936.

Des épandages de nitrate de chaux et de cianamide en vue de compenser l'insuffisance d'alimentation azotée résultant de la destruction des nodosités par les sitones n'ont eu aucun effet.

La larve de ce coléoptère apparaît comme un ennemi redoutable des cultures de diverses légumineuses (fève, lentille, vesce, fenu grec) en Afrique du Nord.

P. H.

BOVEY (P.). — **L'anthonome d'hiver du poirier** (*Anthonomus pyri* KOLLAR = *cinctus* REDT). *Rev. Hort. Suisse*, n° 2, févr. 1935.

L'auteur donne la description de l'insecte parfait, puis sa répartition géographique et étudie sa biologie en mettant en relief les différences existant entre le cycle évolutif de l'anthonome du pommier et de l'anthonome d'hiver du poirier. Ce dernier apparaît sous une forme parfaite en mai et estive sous les écorces ou autres abris pour ne réapparaître

que fin septembre. Il se nourrit en piquant la base des bourgeons ; les piqûres nutriciales pénétrant jusqu'à l'intérieur des tissus occasionnent des dégâts appréciables. Les femelles pondent presque uniquement dans les bourgeons à fleurs, en les perçant à l'aide de leur rostre et pratiquent une logette près de l'inflorescence où elles déposent leurs œufs. L'orifice est ensuite obturé à l'aide d'un petit opercule. L'éclosion des larves en Suisse se fait en grosse majorité à la fin de l'hiver. Dès leur naissance, elles se nourissent des jeunes fleurs à l'intérieur du bourgeon attaqué dans lequel se poursuit toute leur évolution. La larve ayant terminé son développement en avril-mai se ménage dans le bourgeon une logette et se transforme en chrysalide, la nymphose dure 8 à 10 jours, puis l'insecte parfait perforant le bourgeon se libère. Il se nourrit jusqu'à la mi-juin, en piquant activement les bourgeons axillaires et les jeunes feuilles encore enroulées et tombera dans l'engourdissement jusqu'à l'automne.

Comme moyen de lutte, l'auteur ne voit que l'application de produits insectifuges à l'automne sur les poiriers. L'huile d'anthracène et le carbolineum soluble se seraient montrés efficaces.

Les meilleurs résultats sont obtenus par la récolte au printemps des bourgeons anthonomés qui sont détruits par la suite.

H. S.

Bovey (P.). — **Observations sur le cycle évolutif de** *Laspeyresia* **(*Carpocapsa*) *pomonella* L. en Suisse Romande. — Le vol des papillons en 1932, 1933 et 1934.** *Bul. de la Murithième* (Société Valaisanne de Sciences naturelles), fasc. LII, 4 fig., 12 graph., 1 tab., 1934-1935.

Après avoir passé en revue le comportement du carpocapse dans les principales régions productrices de pommes dans le monde, l'auteur dans la partie principale de son travail expose les méthodes techniques employées pour le contrôle des vols des papillons durant les années 1932, 1933 et 1934, afin de préciser l'évolution de cet insecte en Suisse Romande en fonction des facteurs climatiques. Le contrôle des vols dans les vergers s'effectue au moyen de pièges alimentaires disposés au-dessus des arbres à l'aide d'une potence, le liquide attractif employé est un jus de pommes ou de poires en fermentation dilué dans 3 ou 4 parties d'eau avec addition d'un peu de vinaigre ou bien : mélasse, 1 partie ; eau 12 à 15 parties, levure pour faire fermenter ; pose de bandes-pièges autour des arbres début juillet et visites fréquentes afin de déterminer l'existence d'une deuxième génération. Enfin, l'élevage des chenilles et chrysalides en cage.

De ces observations effectuées sur le plateau Vaudois et dans le Valais à climat plus chaud et plus sec, l'auteur dégage les conclusions suivantes :

1° Le vol du carpocapse en Suisse Romande, suivant les conditions climatiques, débute de fin mai à la mi-juin ;

2° En Valais, apparition plus précoce des papillons que sur la rive du Léman ;

3° L'apparition du papillon a toujours été postérieure à la floraison des pommiers de 2 à 5 semaines ;

4° La durée et l'époque du vol maximum des papillons très variables d'une année à l'autre ne peuvent être données que pour un contrôle régulier sur place ;

5° Lorsque les conditions climatiques sont favorables, une deuxième génération partielle représentant de 7 à 9 p. 100 des larves de première génération peut apparaître dans le Valais ;

6° Le vol de deuxième génération chevauche sur le premier ;

7° Le vol étant échelonné sur 2 à 3 mois, la ponte l'est également ; ce fait est d'une grande importance pratique ;

8° Lorsque les conditions climatiques sont favorables au Carpocapse, les deux traitements arsenicaux appliqués à la fin floraison et 3 à 4 semaines plus tard sont insuffisants. Ces traitements sont pratiquement inefficaces contre la deuxième génération ;

9° Pour arriver à lutter efficacement et économiquement contre le ver des pommes, il est indispensable de déterminer l'époque d'application des traitements d'après le contrôle du vol des papillons dans la nature.

H. S.

COUDERC (J.). — **Étude monographique de la cécidomyie de la violette.** *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*, p. 193-279, 1 mém., 87 p., 115 fig., Toulouse 1933.

La cécidomyie des violettes (*Perrisia affinis* KIEFF.) est bien connue par les dégâts considérables qu'elle commet dans les cultures de violettes : ils se traduisent par un enroulement et un épaississement du limbe arrêtant complètement le développement de la plante. Dans bien des régions la culture de la violette fut abandonnée à la suite des ravages de cet insecte.

Jusqu'à ces dernières années, l'on ne connaissait que très imparfaitement la biologie de ce diptère, sur laquelle l'on ne possédait que des travaux superficiels. M. COUDERC a eu le très grand mérite de mettre définitivement au point cette importante question : désormais, le comportement de *Perrisia affinis* est éclairci dans ses moindres détails.

Dans un travail clair, précis, de haute tenue scientifique, M. COUDERC précise les caractères morphologiques de l'insecte à ses différents stades évolutifs. La structure de la tarière, l'expulsion des œufs et le mécanisme de ponte retient particulièrement l'attention.

Le cycle évolutif de l'insecte a pu être précisé dans la région toulousaine grâce à des élevages minutieusement suivis. Dans cette région, la cécidomyie des violettes possède cinq générations par an (2 hivernales : janvier et mars ; 1 printanière : mai ; 1 estivale : juillet ; 1 automnale : septembre-octobre). C'est en juillet que la pullulation de l'insecte est à son maximum, et sur la Côte d'Azur, où l'auteur a également fait des observations, son cycle est en avance sur celui de la région toulousaine.

Perrisia affinis se reproduit toujours par voie sexuée. Bien que les mâles soient moins nombreux que les femelles, il n'existe chez cet insecte aucun cas de paedogénèse, comme l'ont affirmé à tort certains auteurs. Au cours des élevages, deux hyménoptères parasites ont pu être isolés.

Enfin, l'auteur a observé sur la violette une autre cécidomyie, appartenant au groupe des *Diplosariae*, qu'il n'a pu encore déterminer avec exactitude. Cette espèce n'est certainement pas *Cottia violarum* RAYM., que l'auteur confirme comme étant un diptère lycoride et non une cécidomyie.

M. COUDERC fait également ressortir la difficulté des méthodes de lutte à appliquer contre la cécidomyie des violettes, difficultés qui résultent avant tout de son mode de vie abritée.

Le travail de M. COUDERC, illustré de nombreux croquis originaux, constitue une très belle contribution à l'étude de l'entomologie agricole.

A. B.

MANSOUR (K.). — **Sur les microorganismes intracellulaires de quelques Bostryches.** (On the Intracellular Micro-organisms of some Bostrychid Beetles.) *Quart. Jl. Microsc. Sc.*, vol. 77, p. 243-253, 2 pl., 1935.

L'auteur a étudié la symbiose bactérienne chez trois espèces de Bostryches très communes : *Rhizopertha dominica* F., *Sinoxylon ceratoniae* L., *Bostrychoplites Zickeli* MARS. Chez *R. dominica*, le mycétome avec ses bactéries se présente sous forme de deux sphères disposées de chaque côté du tube digestif près de l'extrémité antérieure du proctodaeum. Dans les deux autres espèces, il occupe une position similaire, mais la forme est allongée et convolutée. La transmission de génération à génération a lieu par l'intermédiaire de l'œuf et avec la coopération du mâle : les bactéries envahissent d'abord les lobes testiculaires, s'y multiplient et se mélangent aux spermatozoïdes ; puis ils passent dans l'ampoule séminale de la femelle au moment de la copulation ; enfin ils infectent l'œuf par le micropylex au moment de la fécondation et se rencontrent d'abord dans la couche périphérique ; puis ils se concentrent au pôle postérieur. Étant isolés du tube digestif, les microorganismes symbiotiques ne peuvent jouer aucun rôle utile dans la digestion du bois dont l'hôte se nourrit.

A. P.

Mansour (K.). — **Sur les relations soi-disant symbiotiques entre les Coléoptères et les microorganismes intracellulaires.** (On the so-called Symbiotic Relationship betwen Coleopterous Insects and Intracellular Micro-organisms.) *Quart. Jl. Microsc. Sc.*, vol. 77, p. 255-271, 2 pl., 1935.

L'auteur passe en revue les principaux Insectes chez lesquels on a trouvé des microorganismes symbiotiques et discute l'opinion de Buchner et ses élèves qui voient dans ces microorganismes des éléments utiles, sinon indispensables à la vie de l'Insecte. Un certain nombre d'espèces vivant cependant dans des conditions identiques ne possèdent pas de microorganismes symbiotiques. Ainsi *Calandra granaria* est dépourvu de microbes intracellulaires alors que *C. oryzae* vivant dans les mêmes conditions est normalement infecté par des Bacilles qui se développent à l'intérieur de masses cellulaires accessoires (« accessory cell-mass ») environnant le mésointestin en développement de la pupe, puis infectent les cellules des coecums mésentériques. D'après l'auteur, les microorganismes intracellulaires trouvés chez les Insectes sont plutôt des commensaux de ceux-ci ou des parasites inoffensifs pour eux.

A. P.

Masera (E.). — **Phénomènes d'antagonisme et antibiose entre** *B. prodigiosus* **et** *B. bassiana.* (Fenomeni di antagonismo e antibiosi fra *Bacillus prodigiosus* Flügge e *Beauveria bassiana* Vuil.) *Ann. del. Sperim. Agr.*, vol. XV, 34 p., 2 fig, 1935.

Bac. prodigiosus, qui sécrète un pigment rouge, accompagne le plus souvent le champignon de la muscardine (*B. bassiania* Vuil.) et donne aux cadavres une teinte rosée caractéristique. L'auteur a étudié l'influence réciproque du champignon et du bacille sur leur propre virulence et il a constaté qu'il existe entre eux un phénomène d'antagonisme et d'antibiose, aussi bien sur milieu liquide qu'en milieu vivant. L'action inhibitrice du bacille sur le champignon en milieu de culture paraît due à la diffusion, dans ce milieu, des produits toxiques résultant de la lyse bactérienne ; l'action du champignon sur le bacille doit être attribuée à la croissance en surface des filaments mycéliens qui gêne la respiration du bacille. *B. prodigiosus* n'est pas pathogène pour les larves de *Tenebrio molitor* alors que le champignon de la muscardine, seul ou associé au bacille, est pathogène à des degrés variables suivant l'origine des germes. Ainsi l'auteur a constaté que le champignon de culture est plus pathogène pour les larves que celui provenant directement de larves muscardinées, ce qui est contraire à l'opinion de divers auteurs. Il a montré aussi que les larves qui reçoivent une nourriture stérilisée au préalable sont plus sensibles à l'infection fongique que celles alimentées avec farine ordinaire.

A. P.

Christie (J. R.). — **Développement des nodosités de Nématodes sur racines.** (The development of root-knot nematode galls.) *Phytopathology*, 26, 1-22, january 1936.

Les Nématodes parasites des plantes appartiennent à ces deux catégories :

1° Ceux qui pénètrent dans la plante et y circulent pour s'y nourrir, en provoquant des destructions de tissus et des hypertrophies ;

2° Ceux qui se fixent en un point et y provoquent la formation d'une galle : les larves d'*Heterodera marioni* s'insinuent entre les cellules de radicules de plantules de Tomates, dans la région d'active élongation, puis elles fixent leur tête au niveau du parenchyme ligneux où se développent des cellules géantes.

J. D.

Hering (M.). — **Les mines des feuilles en Europe centrale et septentrionale.** (*Die Blattminen Mittel und Nordeuropas.*) 1er fascicule, p. 1-112, 122 fig., Gustav Feller, édit., nov. 1935.

Six fascicules constitueront cet important ouvrage. Le premier de ceux-ci qui vient de paraître traite dans sa première partie, des généralités concernant les insectes mineurs.

Leur biologie, la méthode de récolte et de détermination de ces dégâts est indiquée à grands traits.

L'auteur insiste sur quelques groupes particulièrement délicats (*Lithocolletis* des rosacées, et différentes espèces du genre *Cnephasia*).

Faisant suite à cette longue introduction, vient aussitôt la série des tableaux de détermination des mines. Celles-ci sont classées par ordre alphabétique des genres botaniques étudiés.

Pour chaque plante est établie une clef dichotomotique avec de nombreux dessins au trait.

Ce premier fascicule comprend ainsi la description, concise mais très nette, des dégâts et des caractères biologiques les plus saillants de nombreuses mineuses réparties sur 76 espèces végétales. Ces différentes mines étudiées sont au nombre de 493.

La moitié de ces attaques est imputable aux chenilles, surtout de microlépidoptères. En outre, 197 sont produites par des larves de diptères, 37 par celles de Coléoptères et seulement 15 par des Hyménoptères.

Dans le premier de ces ordres, les genres *Lithocolletis*, *Nepticula*, *Coleophora* et *Gracilaria*, ainsi qu'une foule de Tinéïdes, sont naturellement indiqués. Mais la partie consacrée aux *Anchusa* permet aussi à l'auteur de signaler les dégâts de *Cynaeda dentalis* Schiffm., qui appartient à la série bien peu nombreuse des larves de Pyrales vivant en mineuses. Enfin, l'étude des Astragales nous vaut l'indication d'une chenille dont le groupe, bien rarement, creuse les feuilles, *Lyacaena escheri* Hb.

Les Diptères sont aussi fortement représentés, surtout par les *Agromyzides*, que l'auteur a déjà longuement étudiés ailleurs (Die Tierwelt Deutschland *Agromyzides*, 1927) et par les *Trypetidae*.

Les espèces de Coléoptères indiqués ici sont en nombre forcément bien plus restreint. Ils appartiennent tous soit aux *Halticinae*, soit aux *Curculionidae*.

Quelques rares Tenthrèdes mineuses s'ajoutent à cette liste, notamment : *Blasticotoma filiceti* Klug., *Heptamelus ochrolencus* Steph., etc.

Bien entendu, ce premier fascicule traite d'un certain nombre de mines percées dans des végétaux présentant un intérêt économique (*Betula*, *Alnus*, *Abies*, *Allium*, *Anémone*, *Avena*, etc.).

Bref, les 52 mines que l'auteur a décrit sur les Bouleaux ,les 33 qu'il indique sur les Aulnes, etc., donnent une idée de l'ampleur avec laquelle ce travail est conçu.

J. S.

Lhomme (L.). — **Catalogue des Lépidoptères de France et de Belgique.** (L. Lhomme, édit., Douelle (Lot). Prix du tome I (*Macrolépidoptères*), 127 francs (franco). Prix du fasc. I du tome II (*Crambiidae*, *Galeriidae*), 30 francs (franco).

Le catalogue général des *Lépidoptères* de France et de Belgique est en bonne voie d'achèvement.

Le volume I, comprenant 800 pages, commencé en 1923, vient d'être terminé en 1935 Il est consacré aux *Macrolépidoptères*, où 1.676 espèces sont citées, compte non tenu des nombreuses races et aberrations.

Le volume II, réservé aux Microlépidoptères, paraîtra en fascicules au cours des années 1936 et suivantes. Le fascicule I, qui renferme les *Crambidae* (Pyralidae) et les *Galleriidae*, vient de sortir des presses, il se compose de 172 pages.

Le Catalogue des *Lépidoptères* de France et de Belgique est rédigé par les plus éminents lépidoptéristes qui ont apporté, chacun suivant leur spécialité, leur contribution à une œuvre d'importance. Parmi les principaux collaborateurs, nous relevons les noms de MM. Boursin, Chrétien, Stempter, Le Cerf, Praviel, Henriot, etc. Nous n'omettrons pas d'ajouter que notre regretté collègue, l'abbé J. de Joannis, qui fut sans contredit le plus éminent lépidoptériste français, a accumulé durant sa longue et laborieuse existence un nombre considérable d'observations qui furent largement utilisées et servirent de base à l'élaboration de ce catalogue.

Toutes les espèces de notre faune sont successivement passées en revue avec l'indication des localités où elles furent capturées, la liste de leurs plantes-hôtes, l'époque du vol des papillons et la durée d'évolution des chenilles.

Tel qu'il se présente, cet ouvrage est le résultat de plus d'un siècle de patientes recherches, de captures minutieusement contrôlées, effectuées dans les endroits les plus reculés de notre territoire.

C'est avant tout une inépuisable source de renseignements, un outil de travail sur lequel ni la critique, ni le temps, ne peuvent avoir de prise. Cet ouvrage trouve sa place dans toutes les bibliothèques d'entomologie et de sciences naturelles.

A. B.

Müller-Böhme (H.). — **Contribution à l'étude de l'anatomie, de la morphologie et de la biologie du Campagnol terrestre. Étude de sa parenté avec le Campagnol d'eau.** (Beiträge zur Anatomie, Morphologie und Biologie der « Groszen Wühlmaus » (*Arvicola terrestris* L., *Arvicola terrestris scherman* Shaw.) Gleichzeitig ein Versuch zur Lösung ihrer Rassenfrage.) *Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land -und Forstwirtschaft*, Band 21, Heft 3, 1935.

L'auteur distingue deux « races » de Campagnol terrestre : la « race des basses terres » qui vit dans l'Allemagne septentrionale, la « race des plateaux » qui se trouve au sud de la précédente jusqu'aux Alpes. On la trouve aussi dans la Suisse alémanique. La race des terres basses est notablement plus grosse que l'autre.

Les sujets de la race des plateaux ont un pelage qui va du gris au brun-gris ; ceux de la race des terres basses vont du brun foncé au noir sombre.

On ne peut, pour l'Allemagne, maintenir une séparation en *Arvicola terrestris scherman* Shaw et *Arvicola s. exitus* Miller.

La race des terres basses est très proche de *Arvicola terrestris* L. scandinave et doit être considérée comme une de ses races géographiques : *Arvicola terrestris* subsp.

La race des plateaux est *Arvicola terrestris Schermann* Shaw ; elle comprend les sujets provenant de la Suisse et des Vosges, et séparés jusqu'ici sous le nom *Arvicola scherman exitus* Miller.

Les races des plateaux et des basses terres ont un comportement identique ; on ne peut admettre un Campagnol d'eau et un Campagnol terrestre : les deux races plongent toutes deux.

L'auteur a obtenu la reproduction en captivité et des croisements entre les deux races.

Des essais de lutte contre le Campagnol terrestre ont montré l'insuffisance des moyens actuellement employés.

A. C.

O'Connor (M. G.), Buck (R. E.) et Fellers (C. R.). — **Recherches sur la Scille rouge. Propriétés, toxicité ; acceptation par le Rat des appâts à la Scille rouge.** (Red squill investigations. Properties, toxicity, and palability of red squill and powder baits to Rats.) *Ind. Eng. Chem.*, t. XXVII, n° 11, p. 1377-1380, 1935.

Les bulbes d'*Urginea maritima*, récoltés en août-septembre, contiennent une substance de nature inconnue, qui est un toxique spécifique du Rat, et n'est pas toxique, mais seulement vomitif, pour l'homme. La qualité des poudres de scille ne peut être évaluée que par une méthode biologique. On peut s'adresser à des Rats blancs, maintenus au jeûne pendant 16 heures, la poudre toxique étant mélangée, dans le rapport de 1 à 10, à la ration suivante : farine entière de blé, 66 ; poudre de lait, 33 ; sel de cuisine, 1.

Les Rats de moins de 200 grammes sont beaucoup plus sensibles que les gros. Ils sont tués par 35 milligrammes de scille par kilogramme ; les gros Rats ne sont tués qu'avec 85 milligrammes. D'une façon générale, une large enquête a montré que les appâts les meilleurs pour le rat étaient : 1° la viande crue ; 2° le poisson cru ; 3° l'avoine écrasée ; 4° la farine entière de blé. Mais, en mélange avec la poudre de scille, les appâts secs sont préférés. Les Rats non tués par la poudre refusent d'en absorber par la suite. Il n'en est pas de même si on leur donne des extraits alcoolique, méthylique ou glycériné de scille.

A. C.

Hosley (N. W.) and Ziebarth (R. K.). — **Le Daim à queue blanche pendant l'hiver, dans les Forêts du Centre-nord du Massachussetts.** (Some winter relations of the white-tailed Deer to the Forests in North Central Massachussets.) *Ecology*, vol. XVI, n° 4, p. 535-553, october 1935.

Étude faite par un hiver très froid, avec neige abondante, sur les dégâts commis par *Odocoileus virgiananus virgiananus*.

Il y a de grandes différences d'un sujet à l'autre dans le choix de la nourriture.

Dans 24 estomacs dont le contenu a été examiné, les pommes formaient 61 p. 100 de la nourriture totale.

Ne sont pas touchés : *Crataegus sp., Alnus incana, Spirea latifolia, Spirea tomentosa, Lyonia ligustrina.*

A. C.

Elton (Charles) and Keay (Gladys). — **Apparition saisonnière du rouget** *Trombicula automnalis* Shaw. **sur les Campagnols et les Mulots, près d'Oxford.** (The seasonal occurrence of Harvest mice [*Trombicula automnalis* Shaw.] on voles and mice near Oxford.) *Parasitology*, vol. XXVIII, n° 1, p. 110-114, janvier 1936.

Apodemus sylvaticus L. et *Microtus hirtus* (Bellamy) sont parasités en été et en automne. *Evotomys glareolus britannicus* (Miller) l'est, en outre, en hiver et au printemps.

Evotomys g. b. et le Lapin de garenne contribuent pour beaucoup à la perpétuation du rouget dans certaines régions du sud de l'Angleterre.

A. C.

Elton (Charles), Davis (D. H. S.) and Findlay (G. M.). — **Une épidémie sur** *Microtus agrestis* **dans le Sud de l'Écosse, au printemps de 1934.** (An epidemic among Voles [*Microtus agrestis*] on the Scottish border in the spring of 1934.) *Journal of Animal Ecology*, vol. 4, n° 2, p. 277-288, november 1935.

L'agent de la contagion est un *Toxoplasma*, qui envahit le cerveau. La maladie est contagieuse et a pu être transmise à des animaux conservés au laboratoire.

Le *Toxoplasma* du *Microtus agrestis* joue un rôle important dans la réduction des invasions de *Microtus agrestis* en Angleterre.

A. C.

Mac Atee (W. L.). — **Nourriture des oiseaux de proie diurnes les plus communs.** (Food habits of common Hawks.) *United States Department of Agriculture*, Circular n° 370, november 1935.

Mac Atee, dans cette brochure, passe en revue les espèces les plus communes parmi les Rapaces diurnes des États-Unis.

Les oiseaux sont brièvement décrits et l'on insiste sur les résultats fournis par les analyses d'estomacs (5185 examens).

Conclusions : l'utilité et la nuisibilité vis-à-vis de l'homme varient beaucoup d'une espèce à l'autre ; les circonstances locales ont une grande influence.

L'auteur se résume en un tableau renfermant 17 espèces, sur lesquelles 4 ou 5 seulement seraient plutôt nuisibles.

A. C.

IV. PHYTOPHARMACIE.

GERMAR (B.). — **Essais de lutte contre le Charançon du blé au moyen de poudres.** (Versuche zur Bekämpfung des Kornkäfers mit Staubmitteln.) *Zeitschr. für angew. Entom.*, t. XXII, n° 4, p. 603-630, 1936.

On vient d'expérimenter contre *Calandra granaria* un sable quartzeux très finement broyé, dont les grains ont des dimensions analogues à celles des particules colloïdales. Cette matière, ainsi que la silice hydratée, est supérieure aux autres poudres, argile, chaux, talc, qui sont trop peu adhérentes, trop grossières et absorbent mal l'eau. La silice agit en adhérant à toute la surface du charançon et en pénétrant dans les espaces intersegmentaires. Elle extrait l'eau du corps de l'insecte qui meurt quand son humidité tombe au-dessous de 28 à 30 p. 100. Cette perte d'eau est due à l'accroissement de surface du corps, ainsi qu'à une action capillaire; elle est d'autant plus grande que les insectes sont plus jeunes. L'eau est ensuite rejetée dans l'air et la poudre agit indéfiniment. Le degré hygrométrique de l'atmosphère a une grande importance. Les insectes meurent au laboratoire en 3 à 20 jours. La poudre gêne aussi leurs mouvements, surtout ceux des pièces buccales. Les dégâts diminuent d'autant.

Pratiquement, le stockage des grains doit être fait en un lieu sec; en hiver, on aérera la nuit et on fermera le jour. Le traitement sera fait pendant les mois chauds, ou à la fin de l'hiver. La dose à employer est de 1 p. 100 en poids du grain traité. Ce produit est le meilleur qu'on connaisse, dans les locaux non étanches où les gaz ne peuvent être employés. Il n'est pas toxique et peut être éliminé facilement au moyen d'un aspirateur avant la mouture. Les traces qui en restent ne gênent d'ailleurs pas la panification. Le pouvoir germinatif des grains n'est pas diminué. On peut utiliser le quartz broyé, pour la désinfection des locaux vides, à raison de 1 kilogramme par 150 mètres carrés de surface; on se servira d'un masque pour le manipuler.

M. RAU.

BARNETTE (R. M.) et CAMP (J. P.). — **Premières expériences en Floride sur le traitement d'une chlorose du maïs par le sulfate de zinc.** (Experiments with zinc sulfate for the correction of « white bud » of corn outlined in Florida report.) *Agric. news letter*, t. III, n° 2, 3 p., 1935.

La chlorose du maïs appelée « white bud » peut exister dans tous les sols, mais elle est surtout fréquente dans les terres sablonneuses. On obtient d'excellents résultats en épandant 20 kilogrammes de sulfate de zinc cristallisé par hectare, à la même époque que les engrais minéraux, mais séparément. L'augmentation de récolte est en moyenne de 30 p. 100; elle peut atteindre 75 p. 100 dans les cas les plus graves. L'action sur les plantes saines est nulle. D'autres cultures, arachide, avoine, canne à sucre, etc, tirent profit de ce traitement.

M. RAU.

FOËX (E.) et BURGEVIN (H.). — **Nouvelles observations sur l'action du bore dans la maladie du cœur de la betterave.** *C. R. Aacad. d'Agric.*, t. XXI, n° 25, p. 979-982, 1935.

On lutte efficacement contre la maladie par un apport de 8 à 10 kilogrammes d'acide borique ou de 13 à 16 kilogrammes de borate de soude par hectare; l'application doit se faire avant le semis, en même temps que celle des engrais minéraux. On a constaté une arrière action très nette d'une année à l'autre. Des doses de 20 kilogrammes d'acide borique à l'hectare ne nuisent pas à la végétation. La désinfection au formol des graines de betterave s'est montrée inefficace.

M. RAU.

Stanley (W. W.) et Marcovitch (S.). — **Emploi de l'arséniate de calcium contre une Altise et un Sphyngide du tabac.** (Calcium arsenate as a control measure for the tobacco flea-beetle and hornworm.) *J. écon. Entom.*, t. XXVIII, n° 5, p. 797-801, 1935.

On a employé jusqu'à présent l'arséniate de plomb contre le Sphyngide, et le vert de Paris contre l'Altise du tabac. Des essais récents ont montré l'efficacité de la cryolithe et de l'arséniate de calcium, employés en poudrages ou en bouillies. Le derris et le pyrèthre sont insuffisants. Si on considère à la fois l'absence de brûlure sur les feuilles, l'élimination des résidus toxiques, le prix de revient et l'efficacité des traitements, le produit le plus avantageux est l'arséniate de calcium.

M. Rau.

Stanley (W. M.). — **Études chimiques sur le virus de la mosaïque du tabac. IV. Effets de différents produits sur l'activité du virus.** (Chemical studies on the virus of tobacco mosaïc. IV. Some effects of different chemical agents on infectivity.) *Phytopathology*, t. XXV, n° 10, p. 899-921, 1935.

On a fait agir, sur des préparations purifiées du virus de la mosaïque, 110 produits chimiques différents. Quelques-uns accroissent l'activité, d'autres plus nombreux, la diminuent de façon marquée. Les agents inactivants sont en général les oxydants, les produits qui précipitent les protéines, ceux qui agissent sur le *p*H. Le virus de la mosaïque du tabac n'est pas altéré par un long contact avec le chlorure mercurique, à des concentrations germicides; ceci tend à montrer que le virus n'est pas de nature bactérienne. Sa préparation purifiée est atténuée par le chlorure mercurique aux *p*H 6, 7 et 8, plus qu'aux *p*H 3, 4 et 5 et ce résultat confirme la nature protéidique du virus. Le phosphate dipotassique et les solutions de phosphate tampons correspondant au *p*H 7 accroissent nettement l'activité pour le haricot, la diminuent pour le tabac de Turquie et la laissent inchangée pour *Nicotiana glutinosa*. Le noir animal peut agir en différents sens suivant sa concentration dans le virus; celui-ci peut être complètement absorbé, le maximum de cette action se produisant entre les *p*H 3 et 5.

M. Rau.

White (W. H.). — **Recommandations pour la lutte contre certains ennemis des légumes, des petits fruits et du tabac; élimination des résidus insecticides dangereux, sur les produits mis en vente.** (Recommendations for the control of insects attacking certain vegetables, small fruits, and tobacco, and the elimination of harmfull insecticidal residues from the market products.) Circulaire du *Bureau of Entomology and Plant Quarantine, U. S. Dep. of Agr.*, avril 1935.

Pour l'ensemble des plantes considérées, choux, céleris, haricots, melons, fraisiers, tabacs, etc., l'arséniate de plomb n'est pas recommandé; on peut cependant l'employer, ainsi que le vert de Paris, la cryolithe, avant la formation des fruits ou des feuilles destinés à la vente, et aussi quand il est bien établi que les résidus peuvent être éliminés par lavage. La cryolithe s'emploie en poudrage, soit pure, soit diluée de 1 à 3 fois par la poudre de tabac, l'argile, le talc, la terre d'infusoires, le soufre. Le vert de Paris est dilué au 1/10e dans la chaux éteinte et on l'épand à la dose de 20 kilogrammes à l'hectare. Les produits non toxiques à employer de préférence sont : les poudres de Derris, titrant de 0,5 à 1 p. 100 de roténone (les diluants sont les mêmes que pour la cryolithe); les bouillies au Derris comportant 500 grammes de poudre par hectolitre; les poudres de pyrèthre diluées par les mêmes produits, de manière à présenter une teneur de 0,15 à 0,45 p. 100 en pyréthrines.

M. Rau.

Thornberry (H. H.). — **Effet de l'acide tannique sur l'activité du virus causant la mosaïque du tabac.** (Effect of tannic acid on the infectivity of tabacco-mosaïc virus.) *Phytopathology*, t. XXV, n° 10, p. 931-937, 1935.

L'action inhibitrice sur le virus dépend de la concentration en acide tannique et de la durée de contact; elle est complète à 1 p. 100 pour une durée d'une heure. Si on élimine

l'acide par précipitation avec la gélatine ou par ultra-filtration, l'activité reparaît, même après un séjour de 15 jours dans l'acide tannique à 10 p. 100. Si on traite les plantes avant l'inoculation, par pulvérisation d'acide tannique, l'infection est empêchée d'autant mieux que la concentration est plus forte. Après inoculation, les traitements ont peu d'action.

M. Rau.

Dingler (M.). — **Lutte contre les animaux ennemis des asperges.** (Die Bekämpfung der tierischen Spargelschädlinge.) *Zeitschr. für angew. Entom.*, t. XXII, n° 2, p. 295-330, 1935.

Contre le *Crioceris*, les insecticides alimentaires, et surtout les arsenicaux en poudrage, sont efficaces. Contre les mouches (*Platyparea, Melanagromyza*), les procédés culturaux doivent être employés en même temps que les produits chimiques ; on cite notamment les poudres nicotinées.

M. Rau.

Gasow (H.). — **Contribution à l'étude de la lutte contre la mouche du chou, *Phorbia brassica*, Bché, au moyen de produits liquides ou d'épandage.** (Beiträge zur Bekämpfung der Kohlfliege [*Phorbia brassica* Bché] durch flüssige und streufähige Mittel.) *Zeitschr. für angew. Entom.*, t. XXII, n° 1, p. 118-130, 1935.

Contre les œufs de *Phorbia brassicae*, les produits commerciaux à base de derris, pyrèthre et nicotine, sont inefficaces. Les seules matières actives sont les huiles de goudrons et quelques produits minéraux : chlorure mercurique (sublimé) à 0,06 p. 100, chlorure mercureux (calomel) à 0,03 p. 100 additionné d'un volume égal de gélatine à 1 p. 100, eau ammoniacale à 24 p. 100, carbonate ou bicarbonate d'ammonium dilué au 1/10e dans de la terre fine.

M. Rau.

Diamond (V. R.). — **Emploi du fluosilicate de baryum contre le ver des choux, *Pieris Rapae* L.** (Barium fluosilicate as a control for cabbage worms, *Pieris rapae* L.) *J. Econ. Entom.*, t. XXVIII, n° 4, p. 714-715, 1935.

Les traitements les plus efficaces sont les poudrages au fluosilicate de baryum dilué dans 4 parties de matière inerte. Les résultats sont supérieurs à ceux de l'arséniate de chaux au 1/10e. Le mélange s'emploie à la dose de 50 à 70 kilogrammes à l'hectare. Les diluants les meilleurs sont l'argile, la farine et le talc ; la chaux diminue la toxicité. On peut traiter jusqu'à 2 semaines avant la récolte, si les feuilles extérieures du chou le recouvrent entièrement.

M. Rau.

Cleveland (C. R.). — **Essais en 1934 de nouveaux types d'huile de pétrole contre le Carpocapse.** (1934 experiments with newly developed types of oils for codling moth control.) *J. Econ. Entom.*, t. XXVIII, n° 4, p. 715-726, 1935.

On a étudié de nouveaux types d'huiles minérales traitées en vue de leur donner des qualités physiques spéciales. La persistance, les propriétés mouillantes, la toxicité sont augmentées ; la répartition est plus régulière ; le lavage des résidus d'arséniate de plomb est plus facile ; les manipulations sont facilitées et l'action des eaux calcaires n'est plus à craindre. Les résultats pratiques donnés par les types anciens sont obtenus avec moins de traitements et des concentrations plus faibles. Dans les cas d'attaque grave du Carpocapse, on ne peut indiquer aucun traitement qui rende le lavage des fruits inutile. La formule consistant à traiter d'abord à l'arséniate de plomb additionné d'huile, puis à la nicotine + huile est aussi efficace que l'application d'arséniate de plomb seul, mais moins que celle d'arséniate de plomb + huile pendant toute la saison. Les différentes applications d'huiles ne doivent pas dépasser un total de 6 p. 100 au cours de l'été, chaque traitement en comportant moins de 1 1/2 p. 100. La présence d'arséniate de plomb et de chaux dans

l'huile diminue les risques de brûlures; la chaux facilite en outre le lavage des fruits. Ces nouveaux produits renferment 95 p. 100 d'huile blanche renduc émulsionnable par un naphténate métallique. Elles ne contiennent pas d'eau.

M. Rau.

Smith (R .H.) et Persing (Ch. O.). — **Nouveau rapport sur l'emploi de la vapeur de nicotine contre le Carpocapse.** (Further report on nicotine vapor in codling moth control.) *J. Econ. Entom.*, t. XXVIII, n° 6, p. 971-975, 1935.

On peut traiter sous tente un arbre de 7 mètres de haut sur 7 mètres de diamètre, en vaporisant de 3 à 10 centimètres cubes de nicotine à 50 p. 100 d'alcaloïde. Mais on peut aussi supprimer la tente et faire le traitement en plein air, par vent nul ou très faible. La vaporisation se fait par le passage d'un courant d'air chauffé à 550°. On emploie alors 25 centimètres cubes de nicotine par arbre, si le feuillage est épais, et on met 45 secondes pour traiter deux arbres. Si le feuillage est léger, l'opération est plus délicate et on doit employer jusqu'à 47 centimètres cubes de produit par arbre. Ces traitements devraient être renouvelés souvent pour assurer une protection complète. Un hectare de gros pommiers est traité par un homme en 40 minutes. La nicotine utilisée coûte de 0 fr. 50 à 1 franc par arbre.

M. Rau.

Marshall (J.). — **Essais d'application de l'arséniate de calcium contre le carpocapse dans une région sèche.** (The experimental application of calcium arsenate for codling moth control in an arid region.) *J. econ. Entom.*, t. XXVIII, n° 6, p. 960-965, 1935.

Les deux reproches faits à l'arséniate de calcium sont de causer des brûlures et d'être moins actif que l'arséniate de plomb. Les brûlures peuvent être évitées par l'addition de sulfate de zinc ou d'aluminium, avec un excès de chaux. Cette formule est particulièrement favorable dans les régions très sèches, comme le sont certaines parties de l'État de Washington. Le manque d'efficacité paraît dû surtout à une adhérence insuffisante, et on y remédie par addition d'huile de pétrole émulsionnée au caséinate d'ammonium. On augmente ainsi le dépôt d'arsenic sur les plantes et on le rend plus résistant aux intempéries. Ces dépôts sont d'ailleurs plus facilement lavés par l'acide chlorhydrique au moment de la récolte, que ceux de l'arséniate de plomb. Pratiquement, on a réalisé une protection suffisante avec l'arséniate de calcium à la dose de 300 grammes par hectolitre de bouillie. Ce produit pourrait s'employer utilement dans les régions sèches où les dépôts toxiques sur les fruits sont soumis à un contrôle.

M. Rau.

Paillot (A.). — **Nouvelles expériences sur le traitement des poiriers et pommiers contre la Tavelure et le Carpocapse.** *C. R. Ac. Agr.*, t. XXI, p. 1108-1111, 1935.

A la suite d'un traitement d'hiver aux huiles d'anthracène (formule de l'auteur) et d'un traitement postfloral à la bouillie bordelaise arsenicale, les arbres n'ont pas présenté de Tavelure, mais ont été attaqués par le Carpocapse. Le traitement postfloral doit suivre de très près la défloraison, dans un délai de 4 à 5 jours au plus. Des bandes-pièges au β naphtol et huile de paraffine, placées sur les troncs en août et retirés en octobre, ont permis de récolter 7 ou 8 chenilles par arbre traité, 38 par arbre non traité; 90 à 97 % de ces chenilles étaient tuées par le β naphtol.

M. Rau.

Régnier (R.). — **Des conditions d'efficacité des traitements contre le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) en Normandie.** *C. R. Ac. Agr.*, t. XXI, p. 1100-1107, 1935.

Pour la capture des papillons, le meilleur piège est constitué par de la lie de cidre additionnée de 5 % de vinaigre. En 1915, les vols ont débuté en Normandie le 22 juin, avec un maximum du 5 au 25 juillet. Les traitements arsenicaux de la fin juin et du 10 juillet ont donné d'excellents résultats.

M. Rau.

Wiesmann (R.). — **Résultats de trois ans de recherches en Suisse sur la biologie de la mouche des cerises, *Rhagoletis cerasi* L., et la manière de la combattre.** (Ergebnisse dreijähriger Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung der Kirschfliege, *Rhagoletis cerasi* L., in der Schweiz). *Anzeiger für Schädl.*, t. XI, p. 97-103 et 110-115, 1935.

Les stades de l'insecte qu'on peut atteindre par des traitements chimiques sont : les insectes parfaits, les larves à leur sortie des fruits, les pupes dans le sol. Contre les mouches, les pulvérisations de produits mélassés à la nicotine ou au fluorure de sodium et les poudrages au derris donnent peu de résultats. Les pupes donnant naissance aux mouches dans le sol situé sous les cerisiers, le traitement de ce terrain au paradichlorobenzène (20 grammes par mètre carré) réduit beaucoup les dégâts. Les larves sont tuées au moment de leur entrée en terre, qui correspond sensiblement à la maturité des cerises : on emploie les carbolineums, les émulsions de sulfure de carbone ou de paradichlorobenzène (5 litres par mètre carré), la naphtaline brute (300 grammes par mètre carré). Tous ces produits, sauf le premier, sont fugaces. Les pupes se trouvent à 3 centimètres de profondeur dans les sols herbeux. On ne peut les atteindre par les produits dégageant des gaz toxiques, mais par des insecticides de contact : les carbolineums à 8 p. 100, le pétrole lampant et les huiles lourdes sont les plus actifs. Il faut traiter à l'automne ou au printemps, dans un périmètre un peu plus large que la surface couverte par le feuillage. Les mouches ne peuvent contaminer un arbre situé à plus de 300 mètres.

M. Rau.

Carter (R. H). — **Recherches de solvants pour l'élimination des résidus d'insecticides fluorés sur les fruits.** (An investigation of solvents for the removal of insecticidal fluorine residues from fruits.) *J. écon. Entom.*, t. XXVIII, n° 5, p. 829-831, 1935.

Des essais de solubilité de la cryolithe ont donné les résultats suivants : il se dissout dans l'eau distillée 0 gr. 022 de cryolithe par 100 centimètres cubes ; dans l'acide chlorhydrique à 1,5 p. 100, 0 gr. 240 ; dans l'acide sulfurique à 1,5 p. 100, 0 gr. 186. Plusieurs composés, notamment les sels de soude, ajoutés à l'eau ou aux acides, diminuent la solubilité de la cryolithe. Par contre, l'acide borique, les sels d'aluminium et les sels ferriques l'augmentent.

M. Rau.

Menzel (K. C.). — **Recherches sur l'action nocive des bouillies cupriques.** (Untersuchungen der schädigenden Wirkung kupferhaltiger Spritzmittel.) *Angew. Botanik*, t. XVII, n° 4, p. 225-253, 1935.

L'auteur a étudié les modifications physiologiques et anatomiques produites dans les tissus foliaires de différentes plantes par la bouillie bordelaise, le sulfate de cuivre, l'acétate de cuivre. Il montre que les lésions dues au cuivre ont le même aspect extérieur dans les différentes plantes ; plus un végétal a une forte tension osmotique, moins il est sensible aux traitements. On peut ainsi expliquer l'action favorable des fumures, qui augmentent en général la tension. La structure foliaire joue aussi un rôle dans la sensibilité. Les feuilles traitées aux bouillies cupriques se fanent plus lentement que les autres ; elles transpirent moins. Les grains de chlorophylle des feuilles traitées sont moins solubles dans l'alcool fort ou l'acétone que ceux des feuilles normales. Il est difficile d'établir une distinction entre les dégâts des différentes formules cupriques. Le cuivre provenant des traitements a pu être retrouvé par spectroscopie dans le parenchyme des feuilles. Il peut traverser la cuticule et l'épiderme sans causer de lésions.

M. Rau.

Bodnar (J.). — **Modification de la teneur en nicotine dans les bouillies abandonnées à elles-mêmes.** (Über die Änderung des Nikotingehaltes von Nikotinspritzbrühen bei Aufbewahrung.) *Anzeiger für Schädl.*, t. XI, p. 27-29, 1935.

L'évaporation de l'alcaloïde dans les solutions diluées de nicotine n'est pas aussi intense qu'on le croit ordinairement. Maintenues dans les flacons bouchés au liège, ces solutions

se conservent pendant 30 jours. Avec une fermeture imparfaite, elles ne varient pas de concentration en 2 jours.

M. Rau.

Kitchel (L.) et Hoskins (W. M.). — **Intensité de la respiration chez la blatte, dans l'air, le gaz carbonique, les vapeurs de nicotine.** (Respiratory ventilation in the cockroach in air, in carbon dioxide and in nicotine atmospheres.) *J. Econ. Entom.*, t. XXVIII, n° 6, p. 924-933, 1935.

Dans l'air, l'insecte inspire par les stigmates thoraciques et expire par les abdominaux. Une blatte de 1 gramme respire 0 cm³ 15 d'air par minute. Dans les atmosphères chargées de 5 à 15 p. 100 de gaz carbonique, la ventilation respiratoire peut s'élever jusqu'à 6 fois sa valeur normale. Celle-ci est atteinte de nouveau au bout d'une heure. Avec 20 à 50 p. 100 de gaz, l'augmentation initiale est énorme, puis le retour à la normale est très rapide. Dans le gaz carbonique pur, la ventilation tombe immédiatement à des valeurs très faibles. On crée les atmosphères nicotinées par barbotage de l'air dans des solutions de nicotine. Avec une solution déci-moléculaire, la respiration diminue d'abord rapidement, puis augmente. Des insectes partant de 0 cm³ 094 par gramme de poids et par minute, tombent à 0 cm³ 058 en moyenne pendant une vingtaine de minutes. Replacés dans l'air pur, ils retrouvent un débit respiratoire de 0 cm³ 092, sans paraître incommodés par la nicotine. Si, à l'atmosphère ayant la même concentration de nicotine, on ajoute 5 p. 100 de gaz carbonique, la respiration est multipliée par 4 ou 5, et l'action insecticide se fait sentir.

M. Rau.

Pilat (M.). — **Recherches histologiques sur l'action des insecticides dans l'intestin des insectes.** (Histological researches into the action of insecticides on the intestinal tube of insects.) *Bull. of Entom. Res.*, t. XXVI, n° 2, p. 165-172, 1935.

Les insecticides d'ingestion les plus courants, fluorure et fluosilicate de sodium, arsénites de calcium et de sodium, vert de Paris, provoquent une désintégration et une destruction de l'épithélium de l'intestin moyen ; auparavant il se produit une exfoliation de l'épithélium qui se sépare du tissu conjonctif sous-jacent. L'examen histologique, au début de l'attaque, présente des caractères particuliers dans le cas des composés fluorés.

M. Rau.

Potter (E). — **Rapport sur la constitution et l'emploi d'un extrait de pyrèthre dissous dans une huile blanche, pour la lutte contre *Plodia interpunctata* Hb. et *Ephestia Elutella* Hb. dans les entrepôts.** (An account of the constitution and use of an atomised white oil-pyrethrum fluid, to control *Plodia interpunctata* Hb. and *Ephestia elutella* Hb. in warehouses.) *Ann. of Appl. Biol.*, t. XXII, n° 4, p. 769-805, 1935.

Les deux insectes cités attaquent les fruits entreposés. Après les avoir étudiés au point de vue biologique, l'auteur recherche un produit destiné à les combattre et qui doit être : non toxique pour l'homme, ininflammable, économique, sans action sur les fruits. Il propose un extrait de pyrèthre dissous dans une huile de pétrole très raffinée dont il donne les caractéristiques. La pulvérisation est faite au moyen de l'air comprimé. Les papillons sont détruits à la dose de 1, 2 centimètre cube par mètre cube d'atmosphère. Les larves sont beaucoup plus résistantes.

M. Rau.

Maschtakow (S. M.) et Stratschitzky (H. I.). — **Lésions causées aux plantes par les composés fluorés et fluosilicatés.** (Beschädigung der Pflanzen durch Fluor und Kieselfluorsalze.) *Insectofungicides*, n° 123, p. 184-190, 1935, en russe, résumé allemand.

On a expérimenté au laboratoire et en pleins champs une série de fluorures et de fluosilicates, au point de vue des dégâts qu'ils peuvent causer aux plantes. Les deux

méthodes donnent des résultats concordants. En général, les fluosilicates sont plus nocifs que les fluorures correspondants. C'est l'inverse pour les sels de sodium et de potassium.

M. Rau.

Canneri (G.) et Magini (P.). — **La roténone et les insecticides pour la maison.** (Il rotenone e gli insetticidi domestici.) *La Chimica e l'Ind.*, t. XVII, p. 595-601, 1935.

Ce travail comporte des renseignements d'ordre général sur les *Derris* et autres plantes à roténone : nature botanique, culture, teneurs en matières actives, toxicité. Il expose ensuite des essais originaux ayant pour but la destruction des mouches domestiques. La roténone est extraite au moyen de pétrole lampant. La fraction moyenne, distillant entre 195 et 230° est la plus active; une dose de 4 gr. 5 par mètre cube d'atmosphère tue 30 à 33 p. 100 des mouches pour un séjour de 40 minutes. Certains produits de synthèse sont plus actifs : le salicylate de phényl à 4 p. 100 dans le pétrole lampant tue 80 p. 100 des mouches en 15 minutes; le salicylate de méthyle à 2 p. 100 en tue 55 p. 100. Si on compare un extrait de pyrèthre à 0,26 p. 100 de pyréthrine I avec un extrait de derris à 4,6 p. 100 de roténone, on voit que pyrèthre provoque plus rapidement la paralysie des mouches, mais donne finalement une mortalité moindre. Le mélange des deux extraits présenterait des avantages. Les parties les plus fines de la poudre de derris sont les plus riches en roténone. Pour effectuer des essais sur des poissons, on reprend par l'acétone la solution dans le pétrole et on ajoute de l'eau. La roténone passe presque entièrement dans le milieu aqueux. Des essais sur poissons montrent qu'à quantités égales de roténone, l'extrait au pétrole est un peu moins actif que la roténone pure.

M. Rau.

Little (V. A.). — **Nouvelles études sur** *Cracca Virginiana* Linn. (Further studies on devil's shoe-string, *Cracca Virginiana* Linn.) *J. Econ. Entom.*, t. XXVIII, n° 4, p. 707-710, 1935.

Étude écologique et biologique de cette plante à roténone. Les terrains légers et bien drainés lui sont les plus favorables et les échantillons les plus riches en insecticides proviennent des sols sablonneux. C'est une plante qui redoute la concurrence des autres plantes sauvages et dont la culture améliore beaucoup la végétation. En rabattant les premières pousses, on accélère le cycle végétatif et on obtient des graines la première année. La floraison a lieu au printemps; les gousses éclatent dès le début de juillet. La multiplication peut se faire par graines ou par racines. Le semis présente des difficultés; il faut traiter les graines pendant 15 minutes par l'acide sulfurique. La récolte des racines se fait au bout de deux ans, à la fin de l'été. On obtient couramment 500 grammes de racines sèches par plante. Les feuilles constituent un bon fourrage. En culture, la plante peut atteindre un développement considérable et mesurer jusqu'à 1 mètre de haut.

M. Rau.

Imprimerie Nationale. — J. 9094-36.

LES STATIONS D'AVERTISSEMENTS AGRICOLES ET LA LUTTE CONTRE LE MILDIOU DE LA VIGNE

par C. Schad,

Directeur de la Station d'avertissements agricoles
du Centre de Recherches agronomiques du Massif-Central à Clermont-Ferrand.

SOMMAIRE.

Pages.

I. Introduction 285

II. Historique 287

III. La lutte préventive 289

IV. Bases des prévisions 289

A. Climatologie 289

B. Biologie du parasite 290

a. Infection. 1° Infection primaire : causes déterminantes, intensité. 2° Infection secondaire : causes déterminantes, intensité 290

b. Incubation 293

c. Éclosion 295

C. Végétation de la vigne : périodes critiques 295

V. Époques opportunes des traitements 297

A. Méthodes utilisées en France 298

a. Montpellier; *b.* Bordeaux; *c.* Clermont-Ferrand; *d.* Méthodes des traitements appliqués en fonction de la végétation 298

B. Méthodes utilisées à l'étranger 307

a. Calendrier d'incubation du Dr Karl Müller; *b.* Méthode basée sur l'apparition des taches d'huile 307

VI. Fonctionnement en 1935 des stations de Montpellier, Bordeaux, Clermont-Ferrand 310

VII. Conclusions 327

VIII. Bibliographie 329

INTRODUCTION [1].

Le Mildiou de la vigne, déterminé par le *Plasmopara viticola* (B. et C.) [Berlese et de Toni] originaire des États-Unis d'Amérique, constaté en 1878 à Coutras (Gironde) par le docteur Deluze, s'est étendu rapidement en France et en Europe. Ce redoutable fléau, a ajouté ses effets à ceux de l'Oïdium (1853), du Phylloxéra (1876) puis du Black-rot (1883) [1].

Les dégâts causés sont parfois très grands; les années à Mildiou : 1895, 1903, 1910, 1915, 1925, 1930 et 1932 ont enlevé au vignoble français au moins un tiers de la récolte. En 1910, année particulièrement néfaste, la perte a été des quatre dixièmes soit, environ, 21 millions d'hectolitres par rapport à la moyenne annuelle de 49 millions pour la période 1901-1910, non compris les années à Mildiou, 1903 et 1910.

La maladie présente une intensité variable suivant les conditions climatologiques de l'année, exigeant en France, d'après Viala (1930), une dépense annuelle de 280 à 560 millions de francs de sulfate de cuivre.

Au cours des premières années de son extension, divers praticiens notèrent l'action des sels de cuivre contre le Mildiou. En 1885, Millardet (18) fit connaître les heureux résultats obtenus avec la bouillie bordelaise. Le remède était trouvé. Les premiers produits employés : bouillie bordelaise, bouillie bourguignonne, verdet neutre sont toujours utilisés. Si, des travaux de Villedieu (34) concernant l'efficacité des sels de cuivre, de Branas et Dulac (3 et 4) sur le mode d'action des bouillies, il n'est rien résulté de pratique, ils ont cependant permis, au point de vue théorique, d'apporter des données complémentaires sur la composition des bouillies qui, pour avoir une action prolongée, doivent être à la fois adhérentes et solubles. Le mode d'action intime du cuivre sur le parasite reste d'ailleurs à peu près inconnu.

Les moyens de lutte employés consistent dans l'emploi de variétés résistantes et dans l'application de traitements anticryptogamiques.

La résistance et la réceptivité constituent des caractères propres aux espèces dont aucune n'est indemne. Certaines, comme *Vitis riparia* sont très résistantes; d'autres le sont moins, telle *Vitis Berlandieri*. *Vitis vinifera* est très sensible.

En se préoccupant de conserver la qualité de nos vins, on a cherché, par des croisements entre nos cépages et les espèces américaines résistantes à créer des hybrides résistants au Mildiou. Jusqu'à ce jour, il n'a pas encore été trouvé

[1] Dans ce mémoire il a été tenu compte des rapports de MM. Branas, Moreau, Soulié, Souty, sur *Les méthodes d'avertissements agricoles utilisées dans la lutte contre le mildiou de la vigne*, présentés à la réunion des directeurs de stations d'avertissements agricoles organisée au centre de recherches agronomiques du Massif Central à Clermont-Ferrand, les 5 et 6 juillet 1935.

d'hybride, producteur direct ou greffé, unissant résistance au Mildiou et qualité. Degrully a écrit : « On n'a pas encore découvert le cépage capable de remplacer le Pinot, le Cabernet, le Semillon, ni même à un degré moins élevé le Gamay, le Pineau de la Loire... » On peut espérer que cette question sera résolue. C'est la solution de l'avenir.

En pratique, les moyens de lutte sont donc limités aux traitements anticryptogamiques pouvant être appliqués préventivement ou curativement.

Aucun résultat pratique n'a encore été obtenu par l'emploi des méthodes curatives agissant par action externe ou interne. L'application des moyens curatifs est d'ailleurs d'une exécution beaucoup plus compliquée que celle des moyens préventifs. D'après Capus (6) : « Si au lieu d'un remède préventif nous en avions eu un curatif, nous entendrions dire aujourd'hui, devant de tels inconvénients, que la science aurait mieux fait d'orienter la question dans le sens de la prophylaxie et que vaut mieux prévenir que guérir. »

Il faut traiter préventivement et la réussite des traitements, dépend du soin apporté dans leur exécution et de l'époque de leur application en utilisant bien entendu des produits d'efficacité reconnue.

Les échecs observés sont à attribuer, non à l'inefficacité des sels de cuivre mais à une exécution défectueuse ou à une application à une époque défavorable. L'exécution qui joue un rôle essentiel, ne dépend que du viticulteur; les mauvais résultats obtenus tiennent le plus souvent à l'emploi d'une quantité insuffisante de liquide. « Il faut baigner les souches et non les bénir » (Degrully). La bouillie est à répandre avec soin de façon à recouvrir tous les organes et doit présenter une concentration de 2 p. 100 de sulfate de cuivre ou de 1 p. 100 de verdet neutre. Il n'y a pas lieu de réduire ces doses.

L'époque d'application est capitale. Quand faut-il traiter? Certains viticulteurs adoptent une cadence déterminée empiriquement. Cette façon de procéder est défectueuse car si les traitements sont trop fréquents, la protection n'est pas économique et s'ils sont trop espacés elle peut être insuffisante. De plus on ne tient pas compte de l'influence des facteurs climatiques : température et humidité, conditionnant le régime des invasions.

La connaissance des relations existant entre l'évolution de la vigne et celle de son parasite en fonction des conditions climatologiques est la base d'une méthode rationnelle de lutte nécessitant des études que le viticulteur ne peut entreprendre. Celui-ci, faute de moyens et de temps, ne peut s'appuyer que sur des données empiriques.

C'est afin d'indiquer aux praticiens le moment opportun de l'application des traitements que le Service d'avertissements a été créé pour permettre une lutte efficace et économique. Voici, en bref, l'historique et l'exposé des méthodes de travail du service.

HISTORIQUE.

La station d'avertissements agricoles du Sud-Ouest a été fondée en 1898, à Cadillac (Gironde) par Cazeaux-Cazalet et Capus, dans le but d'indiquer aux agriculteurs les dates opportunes des traitements contre le Black-rot, le Mildiou, l'Oïdium, l'Eudemis et la Cochylis.

Le 26 mars 1898, une gelée ayant enlevé au seul département de l'Hérault, en quelques heures, trois millions d'hectolitres de vin, Houdaille, professeur à l'École nationale d'agriculture de Montpellier, organisa sur l'initiative de la Société centrale d'Agriculture de Montpellier, un service d'informations météorologiques et agricoles avec la collaboration de Ravaz.

Les premiers avertissements donnés par les professeurs Houdaille et Ravaz concernaient la prévision des gelées, l'opportunité des traitements à effectuer contre les maladies cryptogamiques et contre les insectes de la vigne. Ces avis comprenaient également des conseils relatifs à l'exécution des principaux travaux au vignoble (Rey [31]).

En raison des résultats pratiques obtenus simultanément à Montpellier par Houdaille et Ravaz, à Cadillac par Cazeaux-Cazalet et Capus, le Parlement décida la création d'un service général de météorologie agricole. Le 10 avril 1911, une commission extra-parlementaire fut instituée au Ministère de l'Agriculture en vue de l'examen des questions se rapportant à l'organisation de ce service. Après une communication de Dabat (15), indiquant les motifs de la constitution de la commission et les bases sur lesquelles le futur service pourrait être organisé et après discussion, la commission adopta le rapport de Rey (30), directeur de la station de météorologie agricole de Montpellier.

Les décrets des 16 octobre 1912, 10 février et 5 mars 1914 établirent les statuts du *Service d'avertissements agricoles et de météorologie appliquée à l'agriculture*.

En 1922, il fut annexé à l'Institut des recherches agronomiques et le 1er mai 1933 à la Direction de l'Agriculture.

Le programme de travail fixé en 1911 était :

1° Étudier l'influence des phénomènes météorologiques sur la végétation et l'action inverse de la végétation sur les climats.

2° Contribuer à l'amélioration de la production agricole et étudier la protection rationnelle contre les intempéries.

3° Assurer dans la mesure du possible un service de prévision du temps et d'avertissements agricoles.

L'organisation comprenait : un comité technique, un service central d'inspection, des stations régionales.

En 1921, l'Office météorologique, créé au Ministère de l'Air, fut chargé de la prévision du temps. Dès lors les stations régionales précitées se consacrèrent exclusivement aux recherches de physique et de météorologie agricole ainsi qu'à l'étude de l'influence des facteurs atmosphériques sur l'évolution des parasites des principales cultures en vue de la détermination des époques opportunes d'application des traitements préventifs anticryptogamiques et insecticides.

Pour installer à Montpellier la station régionale d'avertissements agricoles, l'État a obtenu à titre gracieux, du département de l'Hérault, le Domaine de Bel-Air situé à 3 kilomètres de Montpellier. En 1914, David fut nommé directeur et Geze météorologiste agricole.

Pendant la guerre de 1914 à 1918, le service fut assuré par Chaptal et à partir de 1917, par Ravaz. De 1920 à 1927, la station est dirigée par Chaptal auquel était adjoint Rivier, biologiste. A partir de 1928, les avertissements furent à nouveau donnés par Ravaz et depuis 1932 par Branas, professeur de viticulture à l'École nationale d'agriculture de Montpellier.

Sous l'impulsion de Rey, Inspecteur général des stations et laboratoires et à la demande des organismes agricoles et des conseils généraux de la Gironde et du Puy-de-Dôme, le Ministère de l'Agriculture en 1922, transfère à Bordeaux (Pont-de-la-Maye), la station de Cadillac et crée la station de Clermont-Ferrand. Les conseils généraux de chacun de ces deux départements accordent une contribution de 200.000 francs pour frais de premier établissement ainsi qu'une subvention annuelle de 20.000 francs pour frais de fonctionnement.

La station de Bordeaux, domaine de la Grande Ferrade à Pont-de-la-Maye (Gironde), faisant partie du centre de recherches agronomiques du Sud-Ouest, a eu successivement pour directeurs Capus, Bourdel, Dufrenoy. Depuis 1935, elle est confiée à Souty, chef de travaux.

En 1927, la station de Clermont-Ferrand fut rattachée au centre de recherches agronomiques du Massif Central.

Depuis 1910, à Angers, Moreau et Vinet étudiant le développement régional du Mildiou, de l'Eudemis et de la Cochylis, ont établi une méthode de traitements combinés applicable à la région.

Sous l'impulsion des organismes agricoles du département de la Côte-d'Or, depuis 1932, une station analogue est envisagée à Beaune.

Actuellement le Service des recherches agronomiques assure le fonctionnement des stations régionales d'avertissements agricoles ci-après :

Montpellier (Gard et Hérault) ; *Bordeaux* (Gironde, Landes, Gers, Lot-et-Garonne, Charente, Charente-Inférieure, Dordogne, Vienne) ; *Clermont-Ferrand* (Allier, Cher, Loire, Loiret, Lot, Nièvre et Puy-de-Dôme).

LA LUTTE PRÉVENTIVE.

Dès 1882, Millardet (19) insistait sur la nécessité des traitements préventifs : effectuer le traitement avant et le plus près possible de l'infection afin d'assurer la protection des organes herbacés : « Un traitement pratiqué contre le Mildiou doit avoir pour but, non de tuer le parasite dans les feuilles qui en sont infestées, ce qui semble impossible sans tuer les feuilles elles-mêmes, mais de prévenir son développement en couvrant la surface des feuilles de diverses substances capables de faire perdre aux spores leur vitalité ou du moins, d'entraver leur germination ».

Le stade critique du parasite est la spore d'été ou conidie évoluant en zoospores. Il faut arrêter le développement de la conidie ou tuer les zoospores avant leur pénétration à l'intérieur des organes. Pour appliquer les traitements en temps utile, on doit donc connaître les conditions qui précèdent et déterminent les infections.

Il s'agit de préciser l'influence des facteurs climatiques — pluie et température — sur le développement du parasite en corrélation avec celui de la vigne. La base d'un système rationnel de traitement repose sur les connaissances permettant de prévoir la précocité, la fréquence et l'importance des invasions, ainsi que sur la détermination des phases critiques de l'évolution du végétal vis-à-vis du parasite : il importe de connaître les périodes d'efficacité maximum des traitements.

D'après Capus (9) : « La maladie parasitaire du végétal est l'issue d'un conflit élevé entre l'organisme végétal et son parasite en présence d'un troisième agent l'atmosphère qui ne cesse d'y intervenir. Il faut toujours avoir en même temps en vue ces trois facteurs de la maladie ».

L'examen critique des méthodes de travail des différentes stations d'avertissements portera sur les facteurs servant à préciser les prévisions et sur les modes d'interprétation des observations.

BASES DES PRÉVISIONS.

Le régime des invasions étant déterminé par l'influence des conditions atmosphériques sur la vigne et le Mildiou, il convient de connaître la climatologie ainsi que la biologie de l'hôte et de son parasite.

Climatologie.

Les facteurs climatiques essentiels à noter sont l'humidité atmosphérique, la pluie et la température.

Dans chaque région, il est nécessaire d'être renseigné par des postes locaux en nombre suffisant afin de pouvoir déterminer la généralisation ou la localisation des invasions, dues à des pluies générales ou à des pluies locales.

On connaîtra donc les dates des contaminations primaires ou secondaires ainsi que la généralisation et l'intensité des invasions.

La connaissance approfondie du régime des pluies de la région est le fondement essentiel de tout service d'avertissements. Ainsi dans le Massif Central, depuis 1929, certaines périodes pluvieuses se retrouvent chaque année : du 6 mai au 10 mai, fin mai début juin et du 10 au 20 juillet.

La prévision de ces périodes peut être faite grâce à la connaissance du régime des dépressions. Dépression atmosphérique ne veut pas toujours dire pluie certaine, mais probabilité de pluie. Du reste « ce n'est pas la pluie de contamination, mais la période préparatoire qu'il faut prévoir et prévenir » (Capus) [7].

L'Office national météorologique fournit actuellement des renseignements suffisants sur la marche des dépressions permettant de prévoir les périodes pluvieuses.

Ravaz (29) a indiqué, en 1918 « qu'à l'aide des observations du Mont Aigoual, il est possible de connaître quarante-huit heures à l'avance la température, le vent et la pluie qui se produiront à Montpellier ».

Biologie du parasite.

Le Mildiou présente dans son évolution trois phases : *l'infection,* phase invisible pendant laquelle le germe pénètre à l'intérieur des tissus ; *l'incubation,* temps pendant lequel le parasite évolue à l'intérieur des organes sans qu'aucun caractère extérieur ne permette de déceler la maladie ; *l'éclosion,* apparition des symptômes sous forme de taches d'huile ou de taches fertiles.

Infection. — Pour que l'infection se produise, il faut : des germes actifs (macroconidies ou conidies), une température convenable et de l'eau persistant pendant un temps suffisant sur les organes.

L'infection provenant des œufs, forme de conservation hivernale, est dite primaire ; celle provenant des conidies, forme de propagation estivale, est dite secondaire.

Infection primaire. — D'après Ravaz (28), la germination des œufs se produit à partir de 11°. D'après Arrens, ils germent entre 11° et 32°, l'optimum est de 25° C.

En Allemagne, Arrens cité par Müller et Sleumer (23) observe les durées moyennes suivantes : en mars huit à neuf jours ; en avril, quatre à cinq jours ; en juin, deux jours.

Müller et Sleumer (23), ont constaté que les spores d'hiver peuvent ne pas toutes germer au printemps suivant leur formation et conserver leur pouvoir germinatif pendant un an et demi.

Causes déterminantes. — La transformation des spores d'hiver en macroconidies est longue à se produire, elle exige des pluies prolongées, des inondations ou une accumulation d'eau dans les cuvettes de déchaussage.

D'après Ravaz (27), l'invasion primaire se produit dans les conditions ci-après : température de 11° au moins, eau séjournant à la surface du sol d'autant plus longtemps que la température est moins élevée : de douze heures à trois jours.

Pour Capus (9), l'infection primaire est provoquée par une période pluvieuse; elle est d'autant plus précoce que l'hiver et le début du printemps ont été pluvieux.

Ces conditions déterminantes ont été observées dans toutes les régions; cependant d'après Moreau, en Anjou, l'abondance des pluies d'hiver n'est pas à invoquer pour expliquer une invasion précoce.

Intensité. — L'intensité des invasions est fonction principalement du temps durant la période de contamination. D'après Capus (6), elle dépend aussi de l'abondance des pluies de novembre à avril ce qui permet un plus fort pourcentage de germination des œufs : « Si elles sont abondantes, la première invasion sera grave. » Dans ce cas, l'invasion présente une plus grande généralisation dans la région soumise aux mêmes conditions météorologiques.

L'intensité et la généralisation de l'infection varient suivant : la durée de la période pluvieuse, la quantité d'eau tombée, la persistance de l'eau sur le sol, la température pendant la période pluvieuse, la nature du sol et les méthodes culturales (déchaussage des ceps, cuvettes).

Ces observations permettent de déterminer la période d'infection primaire; d'après Moreau, en Anjou, il n'est pas possible de prévoir l'apparition de la première infection.

Dans chaque région, on doit classer les vignes d'après leur situation et la nature du sol pour connaître les lieux où se manifeste de préférence l'infection primaire.

Il peut y avoir plusieurs infections primaires. L'infection primaire se produit plus tôt dans le Midi et le Sud-Ouest que dans le Centre et la vallée de la Loire : dès le 10 avril, elle est à craindre dans le Midi; vers le 10 mai, dans le Sud-Ouest; à dater du 20 mai, dans le Centre.

Infection secondaire. — L'évolution des conidies se fait entre 6°5 et 30°, l'optimum est de 24°-25°; au-dessus de 35° les conidies sont tuées. Gessner (1 et 23) a obtenu des germinations entre 2°2 à 3° après une durée de onze heures. La figure 1 représente la courbe d'évolution des conidies en fonction de la température d'après Müller et Sleumer (23) et d'après Ravaz (28).

Les conidies perdent rapidement leur faculté germinative surtout dans un air sec et chaud. De 17° à 25°, dans l'air très humide, les conidies conservent leur vitalité pendant cinq jours (Ravaz [28]). D'après Istvanffi et Palinkas (1 et 23) les conidies peuvent rester vivantes pendant trois semaines, dans l'air humide à une température de 8° à 10° et pendant cinq semaines à 0°; les conidies, conservées dans ces conditions, germent plus lentement que les conidies fraîches. Les conidies nouvellement formées sont de beaucoup les plus dangereuses.

Conditions déterminantes. — On doit considérer : la température et la pluie. Les conidies ne germent que dans l'eau liquide.

La température intervient dans la rapidité de l'infection : à 10°, les conidies évoluent en 2 h. 45. Or, cette température est toujours réalisée en été. La durée de germination varie de 2 h. 45 à 10° à quarante minutes à 25°. Il suffit de deux heures à une température de 18° à 21° pour assurer la contamination (Ravaz [28]).

Toute pluie détermine une infection si l'eau persiste assez longtemps sur les feuilles.

D'après Capus (9) : « Les contaminations secondaires sont produites soit par une période pluvieuse, soit par une seule pluie. La contamination n'est définitive qu'à la fin de la période pluvieuse. La pluie qui provoque la contamination secondaire peut survenir le jour même de l'apparition des conidies qui lui donnent naissance. Une pluie peut assurer une contamination de quatorze jours et même dix-sept jours après la sortie de l'invasion précédente. »

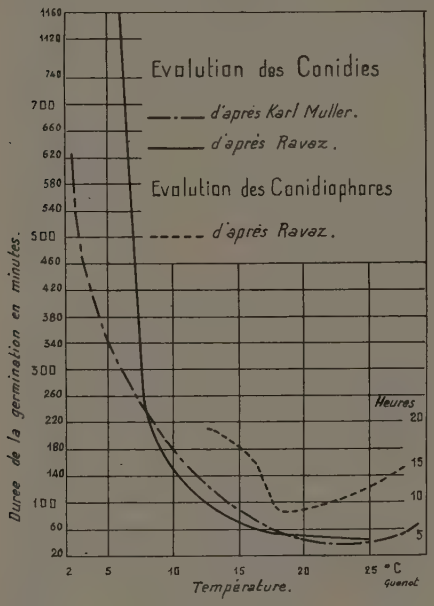


Fig. 1 [1].

Intensité. — L'intensité de l'infection est fonction du nombre de taches existant, de leur état, de la température pendant et après la pluie, de la durée de la pluie et de sa persistance sur les feuilles due à un état hygrométrique élevé.

La concordance entre l'apparition des taches et des pluies est le principal déterminant de l'intensité des contaminations. Plus la pluie est éloignée de la date de l'extériorisation de l'invasion, plus la nouvelle contamination sera faible surtout si, dès l'apparition des taches, de fortes chaleurs se sont produites. « Les vieilles taches sont les moins dangereuses » (Branas).

Pour une région donnée, les invasions peuvent être locales ou générales provenant soit de pluies orageuses locales, soit de perturbations atmosphériques générales.

[1] Le graphique représente les courbes d'évolution des conidies :

1° D'après Ravaz (1914). Les conidies germent entre 6°5 (17 à 18 h.?) et 30° (20 h.?) ; à 24-25°, elles évoluent en 40 minutes ;

2° D'après Müller et Sleumer (1934). Cette courbe a été établie en tenant compte des travaux de Gessner (1931-1932), de Faes, Staehelin et Bovey (1930) et de Müller et Sleumer. Les conidies évoluent en zoospores à partir de 2°2, à 3° en 10-11 heures jusqu'à 29°2, en 50 minutes.

Müller et Sleumer (1934) ont obtenu des germinations à une température de 29° en un temps court ; les zoospores obtenues en grand nombre conservent leur vitalité pendant 20 minutes ; tandis que d'après les travaux de Ravaz, quelques conidies seulement évoluent entre 28° et 30°, même après un séjour prolongé dans l'eau (24 h. à 30°).

La courbe d'évolution des conidiophores en fonction de la température (d'après Ravaz [1914]) montre que les conidiophores n'apparaissent qu'à partir de 13°, température se maintenant au moins 20 heures. Au-dessus de 30°, les conidiophores ne se forment pas.

Le nombre des invasions secondaires est fonction de l'importance des pluies de mai, juin et juillet. La gravité du Mildiou dépend directement des conditions du moment. Cependant dans le Sud-Ouest, d'après Capus (12), les précipitations de novembre à avril ont une influence sur la gravité des invasions secondaires. Si les pluies de novembre à avril sont abondantes : fortes invasions; si les pluies sont faibles : invasions faibles avec mai et juin pluvieux.

Il n'est pas douteux que le cépage, la vigueur de la croissance et l'âge des ceps ont une influence sur l'intensité des invasions.

Incubation. — A Montpellier, d'après Ravaz (29) et Branas (2) la durée d'incubation sur les feuilles est de neuf jours pour l'invasion primaire, de sept jours pour l'invasion secondaire. Cette constance remarquable n'a pas été observée dans d'autres régions.

A Bordeaux, Capus (9) constate des durées variant de quatre à vingt-six jours; Souty, indique pour les invasions primaires une durée de douze à quinze jours; pour les invasions secondaires, de six à neuf jours. A Clermont-Ferrand, la durée observée est de neuf à dix jours pour les invasions primaires et de six à neuf jours pour les invasions secondaires de juin à juillet soit en moyenne huit jours. Aucun renseignement, à ce sujet, n'a été publié pour la région d'Angers.

En Hongrie, Istvanffi et Palinkas (1 et 22) et en Pays de Bade, Docteur Karl Müller (22), constatent une durée de cinq à dix-huit jours dans la nature suivant l'époque des invasions. Ces temps d'incubation sont indiqués dans le tableau qui suit :

	DURÉE D'INCUBATION.	
	Feuilles.	Grappes.
Mois de mai :		
2e décade	15–18 jours.	»
3e —	12–15 —	12–14 jours.
Mois de juin :		
1re décade	12–14 —	12–14 —
2e —	9–10 —	9–11 —
3e —	6– 7 —	10–12 —
Mois de juillet et août	5– 6 —	12–14 —

Sur les grappes, les invasions se manifestent avec un à deux jours de retard pour les fleurs et les bourrelets des pédicelles; le retard est plus grand encore pour les pédicelles et les pédoncules (Ravaz [28]). La durée est de dix à quatorze jours; elle augmente pour les grains à l'approche de la véraison.

Müller et Rabanus (23), au cours des années 1919 et 1920, de la fin mai au début d'août, ont dressé la courbe du temps d'incubation pour les températures comprises entre 13°5 et 29° (fig. 2). Cette question fut à nouveau étudiée pendant les années 1932 et 1933 par Müller et Sleumer (23) pour examiner l'influence des variations de température et d'humidité sur la durée d'incubation. Les premières invasions ainsi que celles d'août et de septembre présentent une période d'incubation plus longue que celles se manifestant en pleine végétation. A Clermont-Ferrand la durée d'incubation des invasions d'août et de septembre peut atteindre dix à quatorze jours; à Bordeaux, sept à neuf jours.

Cependant Müller et Rabanus, dans le Pays de Bade observent des temps

d'incubation très courts d'août à octobre, deux jours et demi à quatre jours, durées inférieures d'un demi à un jour à ceux de la courbe normale (n° 4, fig. 2).

Des divergences apparaissent dans la durée d'incubation pour les invasions tardives d'août et de septembre et surtout pour les invasions de mai qui jouent un rôle important dans la gravité des invasions d'été.

Ces différences sont en relation avec les variations climatiques de chaque région. Un état hygrométrique élevé peut favoriser le développement du parasite à l'intérieur des tissus et diminuer la durée de la période d'incubation. D'après Müller et Sleumer (23) à 13°5, la durée est de six jours par une humidité relative de 100 et de onze à douze jours pour une humidité relative de 80 à 90. Une température basse ou trop élevée peut en accentuer la durée, les conidiophores ne se développant qu'entre 13° et 30° (Ravaz, Müller et Sleumer). A température constante, le temps d'incubation est plus court qu'à température variable surtout

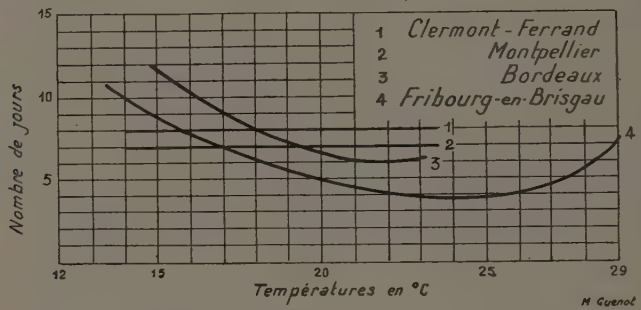


Fig. 2. — Courbe du temps d'incubation en fonction de la température [1].

quand les minima sont inférieurs à 12°, ce qui est assez fréquent en avril et mai. Pendant cette période Müller et Sleumer (23) notent, dans la nature, des différences de cinq à huit jours en plus, par rapport au temps d'incubation des mois de juin et de juillet. A une température constante de 13 à 14°, la durée est de dix jours, tandis que pour une température moyenne extérieure, elle est de quinze à dix-huit jours.

A Montpellier, la période d'incubation serait plus courte en avril et mai et plus longue en été que celle prévue par Müller. Elle serait constante quelle que soit la température. Ainsi en fin avril 1932, à Montpellier, pour une température

[1] La courbe 4, de Fribourg-en-Brisgau, a été établie d'après les travaux de Müller et Rabanus en 1919 et 1920 et de Müller et Sleumer en 1932 et 1933. Cette courbe représente la moyenne des temps d'incubation, après infection artificielle, obtenus soit en serre, soit dans les conditions naturelles à température variable mais avec une humidité relative de 100 pour les températures de 12° à 29°. Müller et Sleumer, dans les conditions naturelles du vignoble, constatent des différences dans les temps d'incubation qui sont plus élevés en mai et au début de juin, par suite des minima qui peuvent être inférieurs à 13°, et plus courts en août et septembre.

Les temps d'incubation à Clermont-Ferrand, Bordeaux et Montpellier observés dans le vignoble, d'avril à fin juillet, se situent comme il est indiqué sur les graphiques 1, 2 et 3 pour les températures moyennes de 14° à 23°.

moyenne de 12°5 (maximum 16°5, minimum 7°4) la durée est de sept jours au lieu de treize à quatorze jours, temps prévu par Müller et Sleumer. A Bordeaux la courbe d'incubation se rapproche de celle établie pour le Pays de Bade; mais lui est supérieure de deux à quatre jours. A Clermont-Ferrand la durée est de huit jours (fig. 2).

En résumé, la durée de la période d'incubation du parasite, reste à préciser en tenant compte du rôle prépondérant de la température et de l'humidité.

Éclosion. — La maladie se manifeste à l'extérieur soit par un jaunissement (tache d'huile) soit par une fructification directe (tache blanche). D'après K. Müller et Sleumer, la formation des conidiophores a généralement lieu entre 1 et 3 heures du matin, période du degré hygrométrique maximum assurant la persistance de l'humidité. Leur apparition se fait en quelques heures.

La durée de la phase tache d'huile varie suivant les conditions climatologiques. Par état hygrométrique faible ainsi qu'à température basse ou élevée, la tache d'huile ne fructifie pas. Par état hygrométrique élevé, conidiophores et conidies apparaissent. Il faut une humidité relative minimum de 70 à 80; l'optimum étant de 95. Rosées et brouillards favorisent la croissance des taches et l'apparition des efflorescences. A 13°, les conidiophores commencent à se former, l'optimum est compris entre 18° et 24°. Au-dessus de 30°, les conidiophores n'apparaissent pas (fig. 1).

En Italie, dans la province de Trévise, un service d'avertissements a été basé sur la constatation de l'apparition des taches d'huile.

Végétation.

Il faut connaître l'état de réceptivité des organes de la vigne vis-à-vis du Mildiou, aux différents stades de la végétation.

La sensibilité des feuilles varie avec l'âge. Les feuilles sont sensibles pendant toute la durée de leur développement. Elles acquièrent une résistance marquée au parasite quand leur croissance est terminée. Au début de l'août ement, elles redeviennent sensibles. Capus et Bourdel, Müller-Thurgau, signalent que les deux plus jeunes feuilles, en année normale, sont peu sensibles. Les feuilles mesurant moins de 1 centim. 5 × 1 centim. 5, ne sont pas sujettes à l'infection. En général la contamination peut se produire sur les feuilles ayant 2 centim. 5 × 2 centimètres présentant des stomates ouverts. D'après Ravaz (28) le bourgeon peut, au moins dans certains cas, être contaminé ainsi que les feuilles naissantes qu'il porte.

Les grappes peuvent être atteintes dès leur apparition, l'attaque peut être entière ou partielle (Rot gris). Les grains sont contaminés par le bourrelet (Rot brun).

Dans les années pluvieuses et humides, les feuilles adultes sont atteintes pendant toute la végétation. Capus (10) a étendu au Mildiou la notion développée par Cazeau-Cazalet (13) pour le Black-rot. Une pluie préparatoire se produisant quelques jours avant la pluie de contamination mettrait la vigne dans un état de grande réceptivité. Cette pluie préparatoire, non indispensable dans une certaine mesure, règlerait l'intensité de l'infection.

Ravaz (29) indique qu'il y a lieu de tenir le rapport $\frac{\text{surface non cuivrée}}{\text{surface cuivrée}}$ aussi faible que possible pour éviter les risques de contamination. A chaque période végétative, la vitesse de croissance varie. Il est nécessaire d'observer le développement de la vigne : Ravaz écrit « La croissance des rameaux principaux est d'abord lente, elle s'accélère bientôt, atteint un maximum, puis diminue et cesse plus ou moins tôt. Dans la période où la vitesse d'allongement croît, les feuilles deviennent de plus en plus grandes, elles diminuent quand la vitesse d'allongement décroît. »

« Celles du milieu du sarment sont plus grandes que celles de la base ou du sommet. Pour les feuilles des rameaux secondaires, il en est de même.

« Les grappes et les grains se développent aussi à la même allure. Il résulte de ces données que les valeurs du rapport $\frac{\text{feuilles non cuivrées}}{\text{feuilles cuivrées}}$ changent d'abord lentement à partir du départ de la végétation. Elles croissent très vite dans la période de floraison, puis de nouveau plus lentement et finissent par devenir constantes ou par diminuer. » (29).

L'accroissement quotidien de la vigne est noté dans les stations de Bordeaux, de Montpellier et de Clermont-Ferrand.

Il faut, comme l'indique Branas (2) être en possession des éléments suivants : sommes des accroissements quotidiens et valeur des accroissements quotidiens.

A Bordeaux et Clermont-Ferrand, il est tenu compte des périodes critiques de la vigne. Capus (11) a établi pour le Sud-Ouest les périodes critiques où les contaminations ont le plus de chance de se produire et de déterminer de graves dégâts : de fin avril au début de mai ; du 25 mai au 15 juin ; du 28 juin au début de juillet ; mi-juillet.

Pendant la durée de la végétation, trois stades principaux doivent être mis en relief : pré-floraison, nouaison et début de l'aoûtement.

Pré-floraison. — La grappe dès qu'elle est bien dégagée peut être atteinte par le Mildiou, elle est particulièrement sensible. Elle doit être protégée très tôt contre une invasion possible. A ce stade, les attaques sur les grappes peuvent entraîner la perte d'une bonne partie de la récolte.

Nouaison. — L'infection se fait par la rafle ou par le bourrelet du grain. Les jeunes grains que les enveloppes florales ne protègent plus sont exposés aux atteintes du parasite.

Début de l'aoûtement. — Les feuilles adultes à ce moment redeviennent sensibles à la maladie. Pour permettre un bon aoûtement et assurer la récolte de l'année suivante, dans les années à Mildiou, on doit effectuer un traitement au début de l'aoûtement.

Ces trois phases constituent les phases critiques de la vigne vis-à-vis du Mildiou. La récolte doit être protégée. La présence de quelques taches sur les feuilles n'est pas grave, mais l'attaque des grappes et des grains peut être désastreuse.

La pré-floraison et la nouaison sont des phases très critiques pour la vigne,

car les invasions se produisant pendant ces stades peuvent déterminer la perte totale de la récolte.

La vigueur des organes favorise l'intensité du Mildiou; plus la végétation est active, plus les feuilles sont sensibles; une faible végétation a pour corollaire une résistance plus grande. D'une façon générale, le cépage, le sol, la végétation de la vigne n'ont d'influence que sur l'intensité de l'invasion.

Il est difficile d'indiquer la résistance relative au Mildiou des diverses variétés de *Vitis vinifera*. Dans une même localité, il est possible d'observer des différences de sensibilité entre cépages. Pratiquement ces différences interviennent peu dans l'organisation des traitements.

La durée de la période pendant laquelle la vigne est susceptible d'être atteinte par le Mildiou varie suivant les régions : on doit la protéger, en Algérie et Tunisie, du 20 avril au 25 juin; dans le Midi, du 20 avril au 30 juin; dans le Sud-Ouest, du 10 mai au 15 juillet; dans les vallées de la Loire et de l'Allier, du 20 mai au 15 juillet (Cadoret) (5).

ÉPOQUES OPPORTUNES DES TRAITEMENTS.

La lutte devant être préventive, il faut tuer la zoospore avant qu'elle ait pénétré à l'intérieur des tissus, en recouvrant les organes par un produit anticryptogamique.

La contamination suit une pluie ou une période pluvieuse, toutes autres conditions étant réalisées.

Pour protéger les organes, on doit traiter immédiatement avant la pluie contaminatrice. D'où la nécessité de prévoir l'infection.

Pour prescrire un traitement rationnel, il est nécessaire de tenir compte : du nombre de germes, de la pluie et de la température ainsi que de l'état de la végétation.

Ces trois éléments entrent en ligne de compte dans les diverses méthodes d'avertissements lesquelles ne diffèrent entre elles que par l'importance donnée à l'un ou à l'autre de ces facteurs.

Il ne suffit pas de prévoir les possibilités de contamination, il faut juger de l'importance des dégâts que peuvent déterminer les invasions en tenant compte du nombre de germes existant et des phases critiques de la vigne. Certaines invasions n'ont qu'une importance relative et il ne s'agit pas de traiter chaque fois qu'une invasion peut se produire.

Toute méthode rationnelle doit permettre de limiter au minimum le nombre des traitements. La vigne bleue ou la vigne sous cuivre coûte fort cher.

Le nombre des traitements permettant d'assurer une protection pratique varie suivant la région considérée en fonction des différences existant dans la climatologie et dans les méthodes culturales.

Dans l'état actuel de nos connaissances, la prévision de l'infection n'est pas d'une sûreté absolue et l'on doit parler de possibilité d'infection. D'après Capus (7),

il faut, se préoccuper surtout des phénomènes atmosphériques antécédents qui préparent ou précèdent d'une façon constante les contaminations.

Les stations doivent indiquer l'importance et la gravité des invasions, les époques les plus efficaces d'application des traitements. «Dire aux viticulteurs : sulfatez sans cesse, c'est leur donner un bon conseil, à la portée du premier venu; leur dire : ne sulfatez pas, est une chose plus délicate et plus risquée, mais possible» (Ravaz (29).

La prévision des traitements est basée soit sur les faits statistiques et les stades végétatifs de la vigne : traitements d'assurance; soit sur l'évolution du parasite en rapport avec les facteurs climatiques et la végétation de la vigne : principes appliqués par les stations de Montpellier, de Bordeaux et de Clermont-Ferrand.

Voici un bref exposé des méthodes utilisées en France et à l'étranger.

Méthodes d'avertissements utilisées en France.

Montpellier, — *Base des prévisions.* — Ravaz (29), tient compte de l'évolution du parasite et de la végétation de la vigne.

Evolution du parasite. — Il s'agit de déterminer les contaminations et l'intensité des invasions. La durée de l'incubation est constante : neuf jours pour l'infection primaire, sept jours pour l'infection secondaire.

La précision de l'apparition de l'infection primaire est faite d'après l'observation de la germination des œufs dans des cuvettes aménagées à cet effet. Les invasions secondaires, provoquées par une pluie, apparaissent sept jours après.

Végétation de la vigne. — Il est nécessaire pour diminuer les risques de tenir le rapport $\frac{\text{surface non cuivrée}}{\text{surface cuivrée}}$, aussi faible et aussi constant que possible, par des traitements suffisamment rapprochés. Deux périodes critiques sont mises en évidence : grappes bien dégagées, floraison.

Ravaz (29) a indiqué les règles suivantes applicables même en l'absence des renseignements fournis par un service d'avertissements : «En conséquence, donner le premier traitement dès que les grappes sont bien dégagées des feuilles qui les entourent. Ebourgeonner avec soin et avant la première invasion, les vignes qui auraient pu être atteintes par la première attaque. Les invasions pouvant se produire à sept jours d'intervalle, effectuer les traitements cupriques ultérieurs tous les sept jours à partir de la première attaque et à une date aussi rapprochée que possible de l'invasion attendue.

«Pendant la période de grande croissance, effectuer deux poudrages supplémentaires entre les trois sulfatages correspondant à la floraison; ils porteront sur les grappes et surtout sur le nouveau feuillage. Donner le dernier sulfatage lorsque la végétation sera sensiblement arrêtée. Les vignes recevront chaque traitement dans l'ordre croissant de leur vigueur, les plus faibles d'abord, les plus vigoureuses les dernières, de manière que le feuillage non cuivré au moment de l'apparition de l'invasion soit aussi réduit que possible.

« Cette règle doit être strictement suivie si la saison est pluvieuse, mais si elle est sèche et si, par exemple, aux approches de la floraison, les invasions sont nulles ou presque nulles, il est possible de détendre les traitements sans exposer la vigne à un grave danger, c'est qu'à ce moment plusieurs sulfatages ont déjà été appliqués, une grande partie du feuillage surtout celui de la base des rameaux et le plus rapproché du sol est cuivré. Une attaque qui se produirait alors viendrait nécessairement du sol. Elle serait, par suite d'autant plus faible qu'elle ne pourrait guère frapper que des feuilles déjà protégées. Mais si l'invasion en résultant était néanmoins importante, on serait encore à temps d'arrêter les suivantes par des traitements effectués comme il a été dit. »

Correctifs apportés. — Branas (2) fait ressortir que cette méthode « bien que fondée sur les règles précises ne présente qu'une sûreté relative et doit être complétée, car elle néglige totalement le fait suivant : des germes de la même invasion peuvent déterminer plusieurs attaques rapprochées ou non ». Il base une nouvelle méthode sous la dépendance principale du facteur croissance foliaire de la vigne, déterminant le nombre des traitements et la cadence de leur application.

Il considère que l'espace de temps de sept jours séparant les traitements dans la méthode de Ravaz paraît excessif pendant la période de grande croissance. La cadence des traitements est corrigée par les éléments pathologiques, climatiques (température et pluie) et culturaux.

Branas se place dans les conditions les plus désavantageuses pour la vigne et les plus favorables au Mildiou ; il fait ensuite intervenir des correctifs. Voici les règles qu'il a établies :

« 1° La défense du feuillage doit comporter les traitements appliqués non pas à des intervalles de temps égaux, mais à des intervalles de temps variables correspondant à un même accroissement des rameaux.

« 2° La cadence des traitements doit être aussi rapprochée que possible. Elle est réglée par la longueur totale (soit la puissance) des rameaux pour une part et par les possibilités d'exécution d'autre part. Il faut réduire le plus possible l'influence déterminante de celles-ci.

« 3° Le ralentissement de la cadence initialement choisie ne peut être retenue qu'en fonction de la réduction des possibilités d'émission des germes.

« 4° La défense des grappes ne diffère pas de celle du feuillage jusqu'au moment où les traitements liquides ne peuvent plus les atteindre : dès cet instant, elle devient indépendante et ne peut plus être assurée que par des poudrages. »

En admettant que le développement de la végétation impose une cadence déterminée dans l'application des traitements, ce système peut apparaître dans la pratique à la fois trop rigide et trop onéreux. C'est la station d'avertissements qui, en informant le viticulteur du danger qui menace, lui permettra de régler la cadence des traitements suivant le risque que comporte la situation. La station ne prescrit pas de traitement. Elle renseigne seulement sur la gravité des attaques de Mildiou.

Dans son application, cette méthode diffère peu de celle de Ravaz.

Branas a amélioré la méthode Ravaz qui a fait ses preuves pour les années sèches, mais s'est révélée insuffisante pour les années pluvieuses, car elle ne tient pas compte suffisamment des périodes critiques de la vigne.

Dans les années humides, le facteur croissance de la vigne est capital, il faut assurer la protection des grappes et d'un nombre suffisant de feuilles pour assurer la nutrition.

Contrôle technique et plan d'observation. — Ravaz (29) faisait exécuter les traitements aux dates prévues dans un champ d'essais. Il y aurait lieu de déterminer l'efficacité de chaque traitement pour se rendre compte de sa valeur respective.

L'invasion primaire est déterminée par l'observation de la germination des œufs, mis dans des cuvettes artificielles soumis aux conditions extérieures, et dont on suit l'évolution au microscope dès que la température et l'humidité ont pu devenir suffisantes.

La prévision des invasions d'été et de leur intensité est basée sur l'observation des faits suivants : nombre et état des taches, degré hygrométrique, durée et importance de la pluie, température avant, pendant et après la pluie.

Postes d'observations. — En 1918, 32 postes d'observations étaient répartis dans les départements du Gard et de l'Hérault. En 1935, 40 p. 100 des postes du Gard, 50 p. 100 dans l'Hérault ne correspondent plus avec la station (Branas).

Chaque poste est muni des appareils nécessaires à l'observation de la pluie et de la température ; les renseignements sont adressés après chaque pluie à la station. Il y aurait lieu, comme l'indique Branas d'obtenir des postes des observations précises sur les facteurs climatiques et sur la croissance de la vigne.

Les observations sont représentées graphiquement (fig. 4 et 5).

Résultats obtenus. — La station de Montpellier a rendu de grands services. C'est ainsi, qu'en 1919, Ravaz (27) a conseillé de ne pas traiter. Les viticulteurs qui ont suivi ses instructions ont réduit les traitements contre le Mildiou a un seul, certains à zéro. Les vignes étaient en aussi bon état que celles où 10 sulfatages avaient été effectués.

Transmission des avertissements. — Au début, les informations étaient transmises par télégramme ; actuellement, les abonnés reçoivent les avertissements par lettre.

Bordeaux. — Cette méthode, établie par Cazeaux-Cazalet et par Capus, fait intervenir comme facteurs prédominants la climatologie locale et l'influence des facteurs pluie et température sur le développement de la vigne et du parasite.

Base des prévisions. — Elle repose essentiellement sur la prévision des périodes pluvieuses et la connaissance du régime des invasions.

La prévision de l'invasion primaire est faite d'après les observations statistiques : détermination de l'époque où se produit généralement l'infection ; relation entre les contaminations et le développement foliaire. Il y a danger dès que la vigne

présente 5 feuilles si une période pluvieuse est en vue : il suffit de la prévoir plusieurs jours à l'avance ou, si elle est commencée, de prévoir qu'elle va continuer.

La précocité et l'intensité des invasions d'été sont en partie déterminées par l'abondance des pluies de novembre à avril. Cette constatation permettrait, dans le Sud-Ouest, de prévoir l'importance des invasions d'été qui dépendent aussi des pluies de mai et juin.

Les contaminations des invasions secondaires sont conditionnées par la présence des germes au moment d'une pluie.

Leur intensité est fonction du nombre de germes existant et de l'abondance des pluies.

La prévision de l'apparition est rendue difficile en raison de la variabilité de la période d'incubation qui peut durer de quatre à vingt-six jours. Mettre en serre des pots où sont plantés des ceps de vigne qui ont été exposés à la pluie ; sur ces ceps placés ainsi dans des conditions optima de température et d'humidité, l'apparition de la maladie se fera plus tôt que dans le vignoble.

Cette méthode permet de contrôler les contaminations et d'indiquer le danger qui peut résulter de l'extériorisation des invasions : si une période pluvieuse est en vue et si la vigne présente de nombreuses feuilles non protégées, il y a lieu de traiter. Le danger est grave quand la vigne a formé de 3 à 5 nouvelles feuilles.

Pour la détermination de l'apparition, Capus indique encore le procédé suivant :

« Ainsi lorsqu'on suppose qu'une contamination est accomplie, il faut prendre chaque jour la température moyenne à partir du moment où la contamination a eu lieu. On additionne ces températures et quand on arrive à un nombre voisin de la somme des degrés qu'exige l'incubation dans la région et dans la saison, on sait que l'apparition est imminente ».

Les éléments essentiels influençant la durée de la phase d'incubation sont l'humidité et la température moyenne journalière. Il serait nécessaire de dresser une courbe de la durée d'incubation en fonction des conditions extérieures de température et d'humidité pour la région du Sud-Ouest. En tenant compte des moyennes journalières, il serait possible de prévoir l'apparition des invasions.

Capus (11) a mis en évidence pour la région du Sud-Ouest les périodes critiques de la vigne dont la végétation est suivie attentivement pour la détermination des invasions.

Il faut connaître les relations des invasions avec les conditions atmosphériques locales et le développement de la vigne, c'est-à-dire déterminer le régime des invasions, représenter les diverses phases de ces phénomènes sous forme de graphique permettant une appréciation d'ensemble (fig. 7 et 8).

Contrôle technique et plan d'observations. — Le vignoble d'essais par l'observation de la croissance de la vigne (apparition des feuilles et allongement des sarments) et la pratique des traitements échelonnés effectués à intervalle régulier sur un certain nombre de ceps, permet de déterminer les dates de contamination ainsi que l'efficacité et l'importance des traitements préconisés.

Un réseau de nombreux postes d'observations s'impose pour ces observations d'ordre climatique et biologique.

Résultats obtenus et correctifs apportés. — La méthode Capus et Bourdel a donné de bons résultats dans le Sud-Ouest, surtout en année pluvieuse. Le nombre des abonnés est passé de 331 en 1922 à 978 en 1935 avec un maximum de 1.425 en 1931 (fig. n° 3). Le nombre des abonnés particuliers est trois fois plus grand en 1935 qu'en 1922; celui des abonnés collectifs, de quatre à cinq fois plus élevé [1].

Cependant elle a été critiquée. On lui a reproché de conduire peut être à un nombre excessif de traitements surtout en année sèche. Le principe de la vigne bleue entraîne une protection très onéreuse. En examinant le nombre des traitements recommandés de 1916 à 1935, indiqué dans le tableau, p. 304, en fonction des pluies de mai à fin juillet, il apparaît que le nombre de traitements est justifié pour chaque année. En année normale, Capus ne conseillait que quatre à cinq traitements. Toute méthode présente des imperfections. Il peut arriver qu'une période pluvieuse prévue coïncidant avec une phase critique ne se réalise pas. De ce fait, le traitement indiqué paraît inutile. Il est préférable de faire un traitement supplémentaire que de risquer un insuccès.

Cette méthode suppose une homogénéité de climat contestable du fait que l'action de la Station s'étend sur un grand nombre de départements : deux zones principales se détachent l'une voisine de l'Atlantique avec les départements des Landes, de la Gironde et des deux Charentes, plus humide et présentant un maximum de pluie à l'automne. L'autre partie, avec les départements du Gers, du Lot-et-Garonne et de la Dordogne avec un maximum de pluie au printemps (Allix [26]). D'ailleurs d'après les données de Rayet, même dans le département de la Gironde, il faut distinguer plusieurs zones de répartition des pluies. Le Médoc et les Graves sont plus humides que le Libournais. Dans l'Entre-Deux-Mers et le Blayais, en raison de leur situation, l'infection primaire apparaît en premier lieu (Souty).

L'étude de la climatologie locale doit donc être à la base même de la méthode puisqu'elle repose sur la connaissance approfondie du régime des pluies. L'établissement de nombreux postes d'observations répartis dans les diverses régions viticoles est d'une nécessité primordiale.

C'est dans cette voie que Souty s'est engagé. Depuis 1932, dix-sept postes secondaires ont été créés dans les différents départements de la zone d'action de la Station.

[1] Le nombre des abonnements est augmenté considérablement en 1928 (1.367) à la suite d'un article de propagande de Jean Pierre (M. Cier) chroniqueur agricole du journal *La Petite Gironde*.

De 1928 à 1935, on constate que le nombre des abonnements particuliers diminue tandis que celui des abonnements collectifs augmente, provenant du fait de la constitution de syndicats locaux groupant les abonnés particuliers

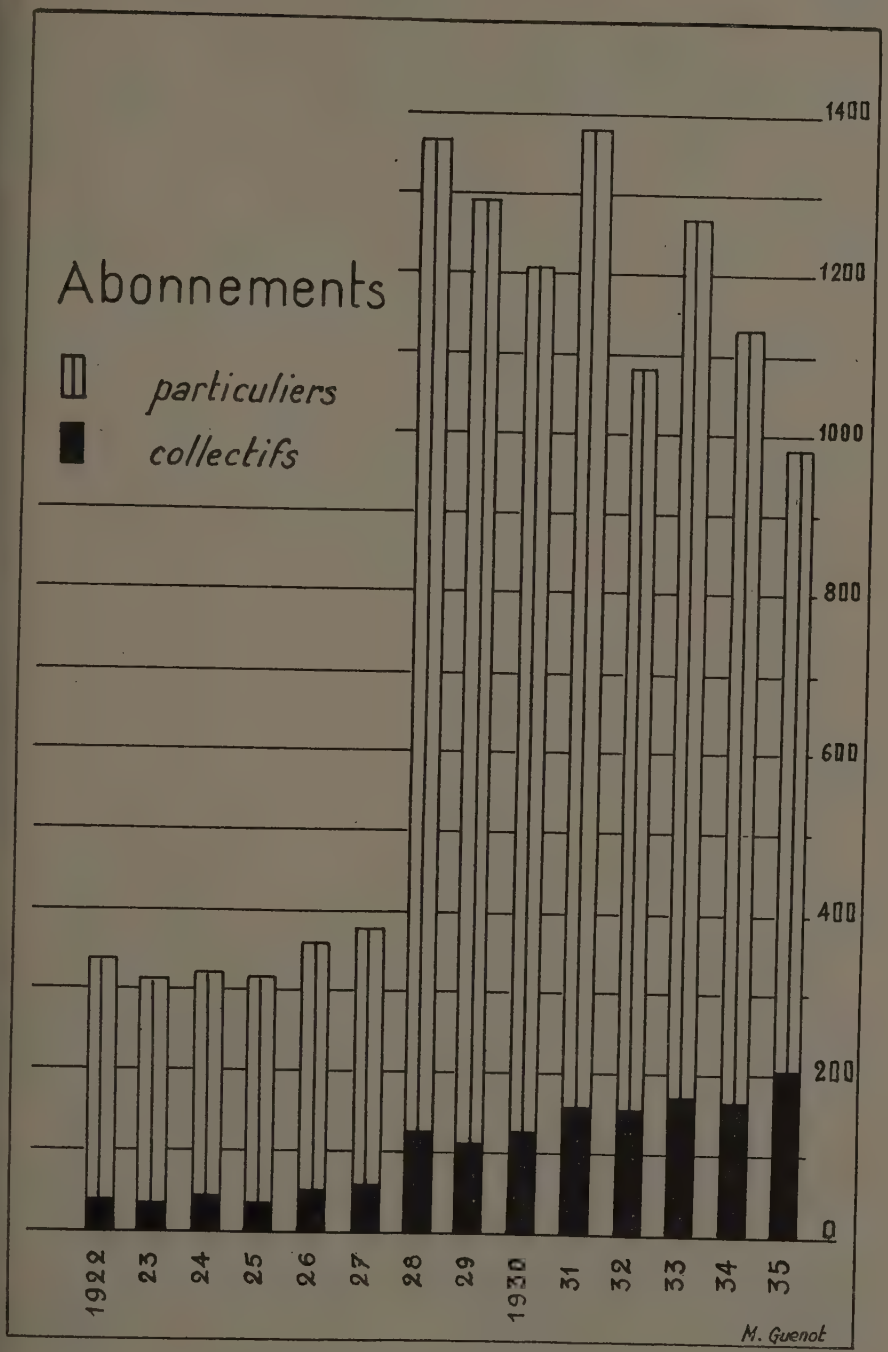


Fig. 3. — Abonnements de 1922 à 1935.
Station d'avertissements agricoles du Sud-Ouest (d'après Souty).

Station d'avertissements agricoles du Sud-Ouest.

Traitements prescrits par année en fonction des hauteurs de pluie des mois de mai, juin et juillet (d'après Souty).

ANNÉES.	PLUIE.	TRAITEMENTS.		
		A. LIQUIDES.		B. POUDRAGES CUPRIQUES.
		Télégrammes circulaires.	Cas particuliers.	
	millimètres.	—	—	—
1916	125,0	5	1	//
1917	194,0	5	//	//
1918	114,0	4	//	//
1919	144,0	5	//	//
1920	170,0	5	//	//
1921	160,0	5	//	//
1922	84,0	5	//	//
1923	146,0	5	//	//
1924	144,0	5	1	//
1925	195,8	8	//	//
1926	138,0	5	//	//
1927	134,0	7	//	//
1928	122,3	6	1	//
1929	172,0	6	//	//
1930	291,0	8	//	//
1931	162,0	7	1	//
1932	382,0	7	//	3
1933	214,0	5	//	1
1934	66,0	3	//	//
1935	142,0	5	1	1

Souty, tenant compte des périodes critiques de la vigne, ainsi que des conditions climatologiques du Sud-Ouest, état hygrométrique très élevé même au cours des périodes de sécheresse, préconise les traitements de base aux périodes végétatives suivantes : grappes bien dégagées, avant floraison, nouaison, à la fin de la croissance (protection du feuillage contre les invasions d'automne).

Le premier traitement général est précédé d'un traitement partiel à effectuer dans les parties du vignoble où l'invasion primaire est à redouter. Il est conseillé lorsque les conditions qui précèdent cette invasion se réalisent : température suffisante (supérieure à 10°), période pluvieuse, sarment ayant de 6 à 7 feuilles et une longueur de 20 centimètres. Le premier traitement général est fixé en tenant compte de la durée d'incubation quand l'infection primaire s'est produite. Les deuxième et troisième traitements de base sont à effectuer avant la floraison et après la nouaison en prenant en considération les facteurs pathologiques et climatologiques. Les traitements supplémentaires (liquides ou poudrages) sont déterminés par l'intensité de la maladie au cours de l'année. Le quatrième traitement principal est indiqué en fin de végétation pour assurer la protection des feuilles contre les attaques tardives en vue d'assurer un bon aoûtement des sarments.

Les échecs constatés par l'application de la méthode Capus dans d'autres régions, soit en France, soit à l'étranger, doivent être attribués à une mauvaise interprétation des règles. Toute méthode à appliquer à une région doit en effet tenir compte des façons culturales et des données climatologiques particulières.

Le plan d'étude et de contrôle établi par Capus dans le Sud-Ouest, est utilisé à Clermont-Ferrand où il donne complète satisfaction.

Transmission des avertissements. — Les abonnés sont prévenus par télégramme ou par lettre suivant l'urgence de l'application du traitement. Les abonnés reçoivent en outre un bulletin mensuel relatant les différents phénomènes d'ordre climatique et biologique observés dans le mois et comprenant aussi divers renseignements pratiques concernant les maladies des plantes. Le prix de l'abonnement est de 36 francs.

Clermont-Ferrand. — La station de Clermont-Ferrand applique une méthode qui est la synthèse des deux précédentes (Schad) [32]).

Elle est basée sur l'étude de la climatologie locale dans ses rapports avec le développement de la vigne et du Mildiou et l'évolution du Mildiou dans les rapports avec le végétal : périodes critiques.

Prévision de l'infection primaire. — Elle comporte les travaux ci-après :

a. Étude de la germination des œufs (méthode Ravaz);

b. Récapitulation des périodes d'apparition des invasions primaires (méthode statistique). Dans la région du Centre, les contaminations primaires se produisent six années sur sept entre le 20 mai et le 6 juin;

c. Étude des corrélations entre la végétation de la vigne et la contamination : l'infection primaire est à craindre quand la vigne possède 6 à 8 feuilles. A ce stade si une période pluvieuse est en vue, on doit traiter les vignes sensibles.

Prévision des infections secondaires. — Les conditions qui déterminent les infections et qui influent sur leur intensité ont déjà été indiquées. Leur gravité dépend du stade de végétation de la vigne. Elles sont particulièrement à redouter quand elles coïncident avec une période critique de la vigne : pré-floraison ou nouaison. Toute pluie peut être contaminatrice, mais il faut discerner son importance et son action sur l'intensité des invasions.

Plan d'observations et contrôle technique. — Le mode d'organisation et de fonctionnement est semblable à celui qui a été indiqué pour Bordeaux.

Résultats obtenus. — La méthode de Clermont-Ferrand a déjà fait ses preuves, mais doit encore être perfectionnée pour réduire au minimum le nombre des traitements. En 1930, cinq traitements généraux assurèrent une protection pratique malgré l'importance des invasions. Les vignes traitées suivant les avis donnés étaient aussi bien protégées que celles ayant reçu jusqu'à douze traitements. Dans notre champ d'essai, les traitements effectués du 12 au 20 juin avant la floraison

ont assuré une bonne protection. Les séries de ceps traités pendant cette période et n'ayant reçu qu'un traitement pendant toute la saison étaient de beaucoup les plus belles. Il faut donc, chercher à perfectionner nos moyens d'investigation par l'observation directe et la récapitulation des résultats.

Si, en 1930, cinq traitements généraux ont dû être préconisés, en 1932, quatre seulement ont été indiqués. Or, il s'agit de deux années à Mildiou nettement comparables au point de vue des précipitations. On a donc pu, après une expérience de deux années économiser un traitement.

Les résultats obtenus montrent d'ailleurs que notre méthode, tout en permettant de diminuer le nombre des traitements, assure une protection pratique et économique. Ajoutons que le nombre total des traitements annuels conseillés de 1930 à 1935 a varié de 3 à 6 suivant l'intensité du Mildiou. (Tableau.)

PLUIES DU 20 MAI AU 31 JUILLET. (Hauteur en millimètres.)	ANNÉES.	TRAITEMENTS GÉNÉRAUX liquides.	TRAITEMENTS PARTIELS.
229,0	1930, année à Mildiou	5	1
116,9	1931, année sèche	3	1
247,4	1932, année à Mildiou	4	1
94,8	1933, année sèche	3	1
	—	2 (Lot).	»
144,5	1934, année moyenne	3	1
107,7	1935, année sèche	3	2

A la suite des résultats obtenus en 1930 dans le Puy-de-Dôme, les avertissements furent à la demande des organismes agricoles intéressés, étendus aux départements ci-après : Allier et Nièvre en 1931, Cher et Loiret en 1932, Lot en 1933, Loire en 1935. L'action de la station s'étend donc actuellement sur sept départements.

Le nombre des abonnements collectifs et individuels était de 200 en 1930. Il s'est élevé à plus de 2.000 en 1935.

Transmission des avertissements. — Les avis sont adressés par téléphone à la Direction des services agricoles de chaque département, qui les fait parvenir par lettre aux intéressés. Le prix de l'abonnement, variable suivant les départements, est de 20 francs en moyenne.

Méthodes des traitements basés sur l'état de la végétation. — La méthode des « traitements d'assurance » établie par Moreau et Vinet (20-21-22) tient compte des faits statistiques et non des variations annuelles dans le développement du Mildiou. Fondée uniquement sur la marche de la végétation, elle vise principalement la protection de la grappe. Lorsque les boutons floraux sont bien dégagés, c'est-à-dire entre le 20 et le 27 mai, on effectue le premier traitement d'assurance suivi d'un deuxième dix jours après. Il importe que les jeunes grappes reçoivent chaque fois une copieuse pulvérisation. Les 8 à 10 feuilles de base échappant aux rognages sont ainsi préservées. Les autres traitements sont réglés suivant les conditions météorologiques. Les deux premiers traitements sont, en fait, une

prime d'assurance que le praticien doit payer chaque année pour éviter un désastre.

Cette méthode est comparable à celles qui ont été établies pour la région de Paris, par Arnaud (1) ; pour la région lyonnaise, par Paillot (24). Les conseils indiqués par Faes (17) sont analysés ci-après car ils présentent beaucoup d'analogie avec ceux donnés par Moreau et Vinet, Paillot et Arnaud.

Pour la région lyonnaise, Paillot recommande quatre traitements. Le premier quand la vigne présente 4 à 5 feuilles; le deuxième, quelques jours avant la floraison; le troisième, à la fin floraison; le quatrième, quinze jours après le précédent. Ces quatre traitements suffisant en année normale, sont indispensables pour assurer une bonne protection. Les grappes doivent être bien mouillées, ce qui nécessite une grande dépense de liquide et une exécution minutieuse des traitements.

En Suisse, Faes admet qu'en année normale, cinq pulvérisations sont nécessaires pour une protection efficace. Le premier traitement se fait quand les pousses ont de 20 à 25 centimètres de longueur. Le deuxième, précédant la floraison, est effectué quinze jours après le premier. Un troisième qui doit suivre dès les grains noués, est capital car il décide du sort de toute la récolte. A partir de ce moment, les conditions météorologiques règlent les traitements complémentaires qui doivent être effectués à dix ou vingt jours d'intervalle. Faes indique les conseils pratiques suivants :

« Les principes essentiels de la lutte contre le Mildiou peuvent se résumer comme suit : appliquer en temps opportun (avant et après la fleur) les sulfatages. Effectuer les traitements à intervalles assez rapprochés; répandre des quantités suffisantes de liquide, mouiller autant que possible les deux faces des feuilles, la souche en dehors et en dedans; viser les grappes avec soin. Travailler lentement. »

Pour la limite nord de la culture de la vigne (région de Paris), d'après Arnaud, deux traitements bien effectués, trois au plus, suffisent pour assurer la protection. En raison du développement tardif du Mildiou dans cette région, ces traitements doivent être faits à partir du 1er juillet.

Toutes ces méthodes font ressortir les périodes critiques de la vigne : pré-floraison, nouaison, mais elles laissent toute initiative au praticien pour l'application de traitements complémentaires. Il est certain que le viticulteur n'ayant pas de renseignements suffisants devra pour éviter les risques effectuer un nombre trop grand de traitements.

Méthodes appliquées à l'étranger.

Calendrier d'incubation. — Cette méthode a été établie par le docteur Karl Müller (23) [Fribourg-en-Brisgau]. Elle est basée sur la durée d'incubation qui est fonction des variations de la température et de l'état hygrométrique.

Le calendrier contient des notions générales sur son mode d'emploi et sur la biologie du Mildiou. Pour chaque jour des mois de mai, juin et juillet, la durée d'incubation possible est indiquée, s'il se produit une pluie contaminatrice. Dans la première quinzaine de mai, il suffit de noter les pluies d'une durée de deux à trois jours et de plus de 10 millimètres, se produisant par une température supérieure à 10°.

D'après Müller, on doit sulfater avant que la période d'incubation soit écoulée; à partir de fin juin, on peut sauter une période d'incubation.

Dans les années humides où les périodes d'infection chevauchent les unes sur les autres, tenir compte des périodes critiques; traiter dans la troisième décade de mai, puis avant floraison et immédiatement après, ensuite à la mi-juillet. Le traitement de fin floraison est particulièrement très important. Les jeunes plantations seront traitées régulièrement jusqu'à fin août.

Une courbe de la durée d'incubation est représentée en fonction de la température; si la température est anormale, elle permet de corriger les indications du calendrier.

Le calendrier de Müller a eu 13 éditions; il a été adopté en Roumanie et en U. R. S. S. dans les régions de la Caspienne et du Caucase. Cette méthode, qui paraît séduisante, nécessite de la part du viticulteur une très grande initiative. Il éprouve certainement des difficultés à suivre la marche des invasions, car il n'a en général ni les moyens ni le temps de réunir toutes les observations nécessaires. D'autre part, elle est bien imprécise sur certains points : en particulier il est difficile de prévoir si l'année sera sèche ou humide.

Oltarjenski, cité par Petri (25) a constaté que, dans les régions de la Caspienne et du Caucase, la courbe d'incubation étudiée par Müller dans le Pays de Bade ne peut être appliquée. Cette courbe doit être modifiée selon les conditions climatologiques régionales en fonction de la température et de l'état hygrométrique. Il en serait de même en France.

Ainsi, à Clermont-Ferrand, pour une température moyenne de 20°, la durée d'incubation est de sept jours au lieu de cinq jours indiquée par Müller; pour une température de 18°, huit jours au lieu de six jours. A Bordeaux, douze jours pour une température de 14° au lieu de neuf; quinze jours à 13° au lieu de onze; six jours à 21° au lieu de quatre jours et demi.

La comparaison des courbes des durées d'incubation du Pays de Bade, de Bordeaux, de Clermont-Ferrand et de Montpellier fait ressortir ces différences (fig. 2). La courbe de Bordeaux est sensiblement parallèle à celle du Pays de Bade mais les durées d'incubation sont plus élevées de deux à quatre jours. Les points des temps d'incubation de Clermont-Ferrand se concentrent autour d'une ligne droite se situant à huit jours en moyenne (extrêmes de 6 à 9 jours) ainsi que ceux de Montpellier à sept jours (durée constante).

L'établissement de ce calendrier d'incubation dans les diverses régions viticoles peut rendre des services pour les avertissements. Ce moyen seul ne suffit pas; c'est un élément complémentaire d'investigation surtout dans les régions à période d'incubation très variable telles que le Sud-Ouest.

Tache d'huile. — D'après L. Petri (25), un service d'avertissements, basé sur l'apparition des taches d'huile, existe dans la province de Trévise (Station de Conegliana).

Cette méthode imparfaite donne de médiocres résultats.

De ces différentes méthodes, seules celles basées sur la détermination du cycle

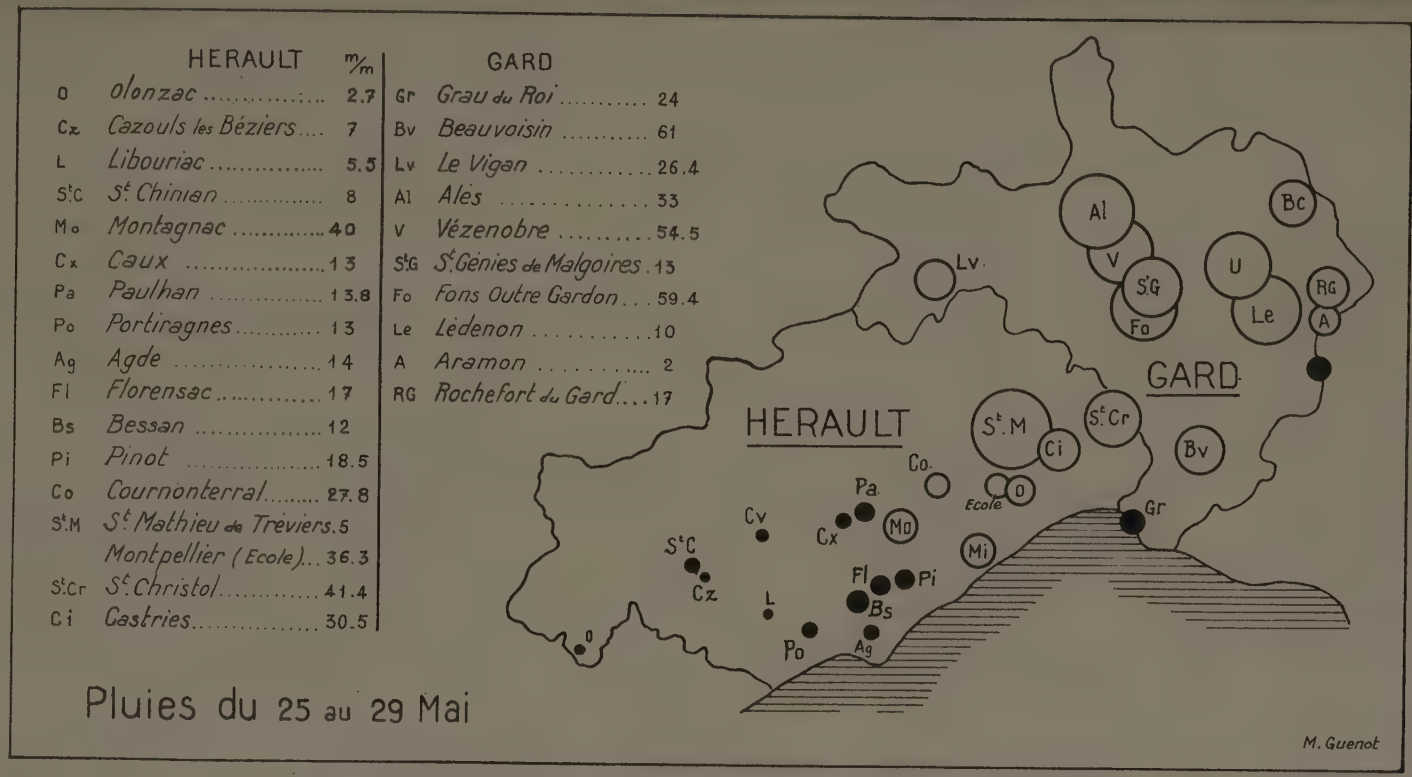


FIG. 4. — Répartition des postes d'observations. Intensité des pluies du 25 mai au 29 mai 1935.
Station d'avertissements agricoles de Montpellier (d'après BRANAS).

annuel du régime des invasions permettent une lutte adaptée à toutes les variations de milieu et de climat. Elles répondent exactement au besoin des viticulteurs. L'exposé ci-après du fonctionnement, en 1935, des stations de Montpellier, de Bordeaux, de Clermont-Ferrand, met en relief les résultats obtenus.

FONCTIONNEMENT, EN 1935, DES STATIONS DE MONTPELLIER, BORDEAUX ET CLERMONT-FERRAND.

Montpellier (École nationale d'Agriculture). — Branas (J.), directeur de la Station et professeur de viticulture.

Postes d'observations. — Le nombre de ces postes est de 17 dans l'Hérault et de 10 dans le Gard. Les renseignements fournis concernent les phénomènes climatiques et biologiques. Ils permettent de dresser les cartes des pluies (fig. 4) [1] et de prévoir l'intensité de la maladie dans chaque région. Les observations sont portées sur un graphique pour se rendre compte de la marche des éléments (fig. 5).

Végétation de la vigne. — Le débourrement de l'Aramon greffé sur Rupestris du Lot, se produit le 28 mars. La croissance est active jusqu'au 1er août. Deux ralentissements de végétation sont notés : du 13 au 20 mai et du 29 mai au 3 juin. La croissance est très rapide du 3 juin au 25 juin avec des accroissements quotidiens de 4 à 6 centimètres. L'allongement des rameaux est de 2 centim. 86 en fin de végétation. La floraison est observée vers le 8 juin. La récolte se fait vers le 15 septembre.

Évolution du Mildiou. — En 1935, la maladie présente dans son évolution plusieurs périodes.

Avant le 28 avril, quelques attaques localisées d'une importance négligeable, dues aux pluies des 21 et 22 avril, déterminent une infection primaire dans la région nord-est de Montpellier. Ailleurs, la température trop basse et l'insuffisance des pluies empêchent toute contamination. L'évolution des œufs est observée à la Station le 23 avril.

Après une période de sécheresse, les pluies des 4 et 6 mai, abondantes et généralisées, provoquent une deuxième infection primaire, plus conséquente que la précédente mais cependant peu importante et localisée.

La température basse et les faibles quantités d'eau enregistrées dans les premiers foyers ne permettent pas la réalisation d'attaques secondaires importantes.

Les pluies du 9 mai entraînent une troisième attaque provenant des œufs

[1] La figure 4 montre l'importance des précipitations du 25 au 29 mai dans les diverses parties des départements du Gard et de l'Hérault. Une carte identique est dressée pour chaque période pluvieuse. Elle permet d'avoir une vue d'ensemble sur l'intensité de la maladie résultant de l'abondance des pluies.

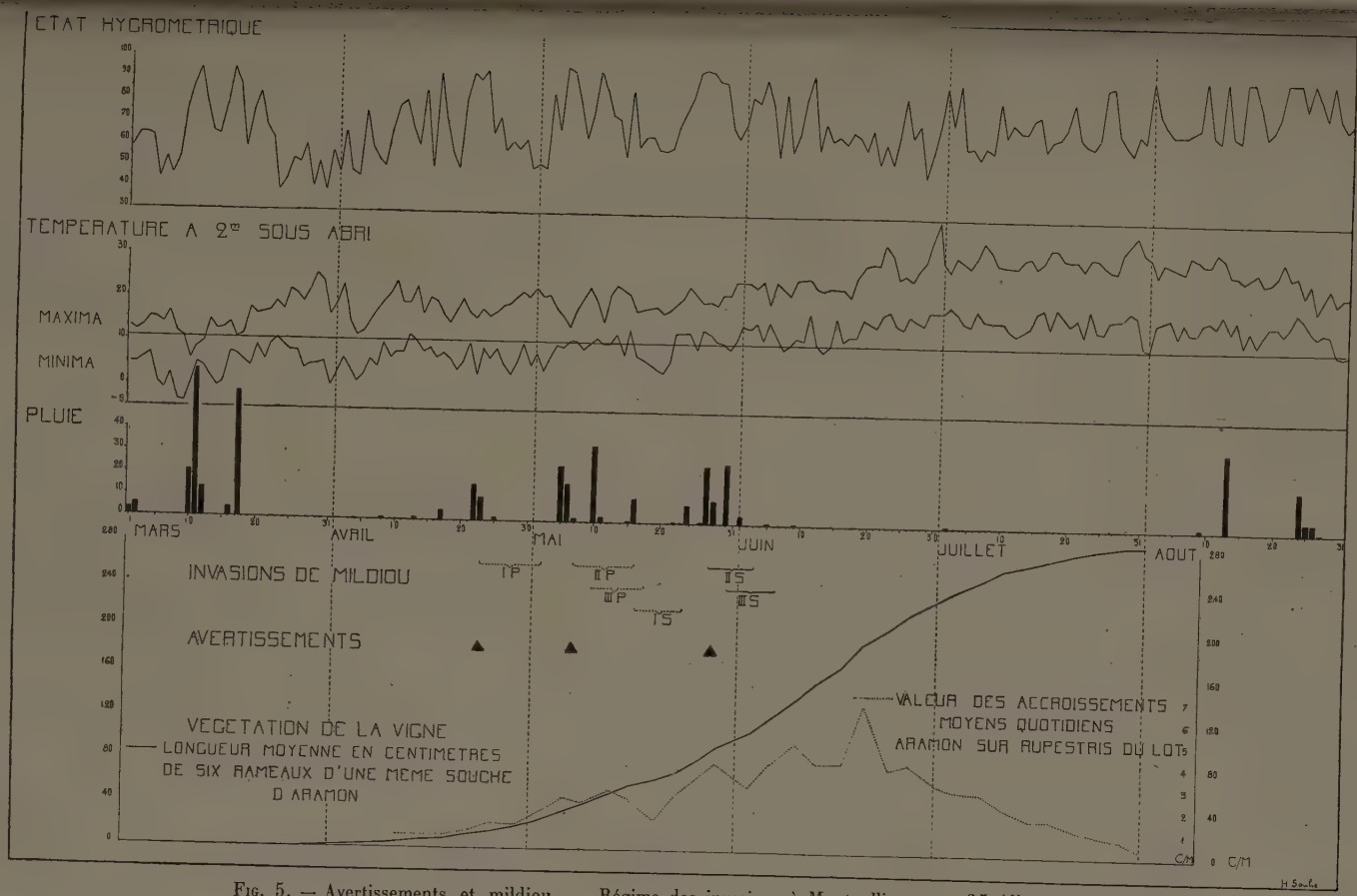


FIG. 5. — Avertissements et mildiou. — Régime des invasions à Montpellier en 1935 (d'après BRANAS).

d'hiver et une infection secondaire faible dans les foyers au nord-est de Montpellier.

Les infections des 10 et 16 mai restent localisées et négligeables et ne sont pas constatées à la Station.

Des pluies des 25, 29 et 31 mai provoquent trois nouvelles attaques dans les foyers. Elles sont généralisées mais sans gravité en raison de la faible quantité de germes. (Voir tableau ci-après.)

Invasions de Mildiou à Montpellier.

ORIGINE des attaques.	DATES des contaminations.	DATES des apparitions.	INCUBATION.	OBSERVATIONS.
1. Œufs d'hiver . . .	23 avril.	//	//	Négligeable.
2. — . . .	7 mai.	16 mai.	7 jours.	Localisée.
3. Feuillage	10 mai.	//	//	Localisée au Nord-Est de Montpellier.
4. —	16 mai.	//	//	*Idem.*
5. —	26-27 mai.	2 au 3 juin.	7 jours.	Généralisée, mais sans gravité.
6. —	30 mai.	6 juin.	//	*Idem.*

A partir du 31 mai, la période de sécheresse qui a duré jusqu'au 13 août, arrête le développement du Mildiou. Si des pluies étaient survenues dans la première quinzaine de juin, le danger aurait pu être grave.

En somme, l'année 1935 présente un très faible développement de Mildiou [1].

Avertissements. — Trois avis ont été adressés les 23 avril, 7 et 28 mai pour renseigner les viticulteurs sur la situation et le danger de contaminations nouvelles.

Bordeaux (centre de recherches agronomiques du Sud-Ouest. Domaine de la Grande-Ferrade à Pont-de-la-Maye [Gironde]). — Souty, chef de travaux.

Postes d'observations. — Les principaux postes d'observations, en dehors du poste de la Grande-Ferrade, répartis dans les diverses régions viticoles, sont les suivants :

Gironde : Plassac (région de Blayais), Saint-Sulpice-de-Guilleragues (région de l'Entre-Deux-Mers).

[1] Le graphique (fig. 5) établi au jour le jour représente les divers facteurs qui déterminent le régime des invasions.

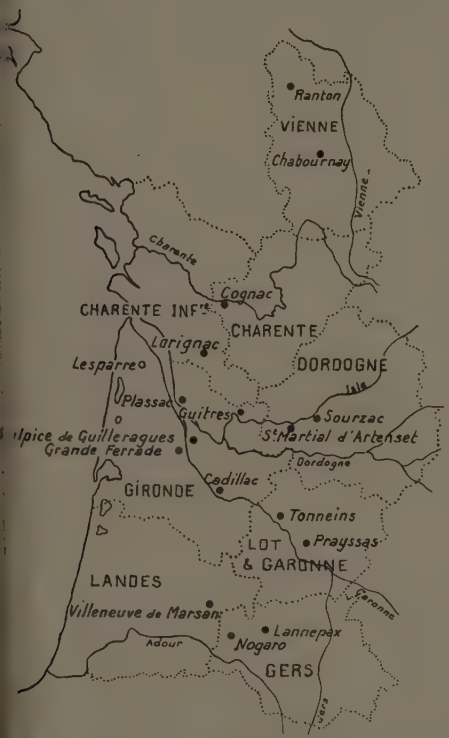
1° Conditions climatologiques : courbes de l'état hygrométrique journalier pris à l'observation à 9 heures, des températures journalières (minima et maxima), hauteur des pluies.

2° Évolution de la maladie : indication des invasions du Mildiou (infections, apparitions).

3° Végétation de la vigne : représentation de la somme des accroissements quotidiens d'un sarment moyen et de la valeur des accroissements moyens quotidiens.

Trois notes ont été adressées aux viticulteurs : les 23 avril, 7 et 28 mai, donnant les renseignements sur la gravité de la maladie.

Lot-et-Garonne : Prayssas (côteaux de l'Agenais), Puch (vallée de la Garonne).
Charente : Cognac.
Dordogne : Saint-Martial d'Artenset (canton de Monpon), Soursac (canton de Mussidan).
Gers Lannepax (vignoble de l'Armagnac).
Vienne : Ranton (arrondissement de Loudun).
Charente-Inférieure : Lorignac (arrondissement de Jonzac).



. 6. — Carte de répartition des postes d'observations. — Station d'avertissements agricoles du Sud-Ouest (d'après Soutty).

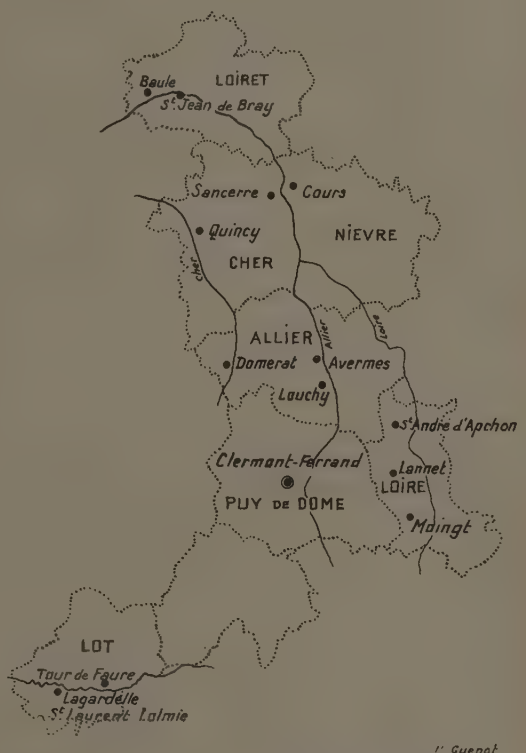


Fig. 6 *bis*.— Carte de répartition des postes d'observations. — Station d'avertissements agricoles de Clermont-Ferrand (d'après Soulie).

Ces postes sont pourvus des appareils (thermomètres et pluviomètres) nécessaires aux observations météorologiques. En outre, les observateurs donnent les renseignements utiles concernant les maladies et l'évolution de la vigne. Chaque jour, les observations adressées à la Station sont collationnées et portées sur un graphique pour que le biologiste se rende compte de la marche des éléments climatiques et biologiques (fig. 7 et 8).

Conditions météorologiques de l'année. — La quantité de pluie enregistrée au cours de la période d'octobre 1934 à fin avril 1935 est de 617,9 millim., supérieure

de 125,5 millim. à la moyenne de cinquante années de l'observatoire de Bordeaux-Floirac.

Du 1er mai au 31 juillet 1935, la hauteur de pluie est de 142,3 millim., inférieure légèrement à la moyenne.

Pendant le mois de mai, la température a été exceptionnellement basse, principalement du 16 au 19 où pendant cette période la moyenne journalière a été de 8°9.

Le tableau suivant indique les quantités de pluies et le nombre de jours pluvieux enregistrés pendant les mois de mai, juin et juillet dans les différents postes d'observations (fig. 7) [1].

STATION DE BORDEAUX.

Pluies et jours pluvieux pendant la période du 1er mai au 31 juillet.

DÉPARTEMENTS. — POSTES d'observations.	MAI.		JUIN.		JUILLET.		TOTAUX	
	HAUTEUR en millim.	NOMBRE de jours.	HAUTEUR en millim.	NOMBRE de jours.	HAUTEUR en millim.	NOMBRE de jours.	HAUTEUR en millim.	NOMBRE de jours.
Gironde.								
Grande-Ferrade	59,4	15	58,9	17	24	11	142,3	43
Plassac	71,3	8	63,2	11	24,5	5	159,0	24
Saint-Sulpice-de-Guilleragues	54,3	10	93,1	11	8,3	2	155,7	23
Lot-et-Garonne.								
Prayssas	48,0	8	67,3	11	23,8	4	139,1	23
Puch	43,2	4	52,2	8	24,4	4	119,8	16
Charente-inférieure et Charente.								
Cognac	75.8	15	22,8	10	22,8	10	121,4	35
Lorignac	64,4	14	39,0	9	10,6	5	114,0	28
Dordogne.								
Saint-Martial-d'Artenset	56.0	13	89,5	13	111.1	6	256,6	32
Sourzac	47,2	17	52,9	14	19,8	6	119,9	37
Gers.								
Lannepax	64,4	14	46,6	9	17,0	3	128,0	26
Vienne.								
Ranton-Loudun	43,4	12	90,1	15	33,3	7	166,8	34

[1] Ce graphique se rapporte aux observations faites au poste principal de la Grande-Ferrade. Il est établi au jour le jour et représente les divers facteurs conditionnant le régime des invasions du Mildiou comme dans la figure 5. Les avertissements contre les divers parasites de la vigne : Black-rot, Mildiou, Oïdium, Eudemis et Cochylis sont indiqués.

Un graphique identique est établi pour chaque poste d'observations. Ces graphiques permettent à tout instant de se rendre compte rapidement de la situation.

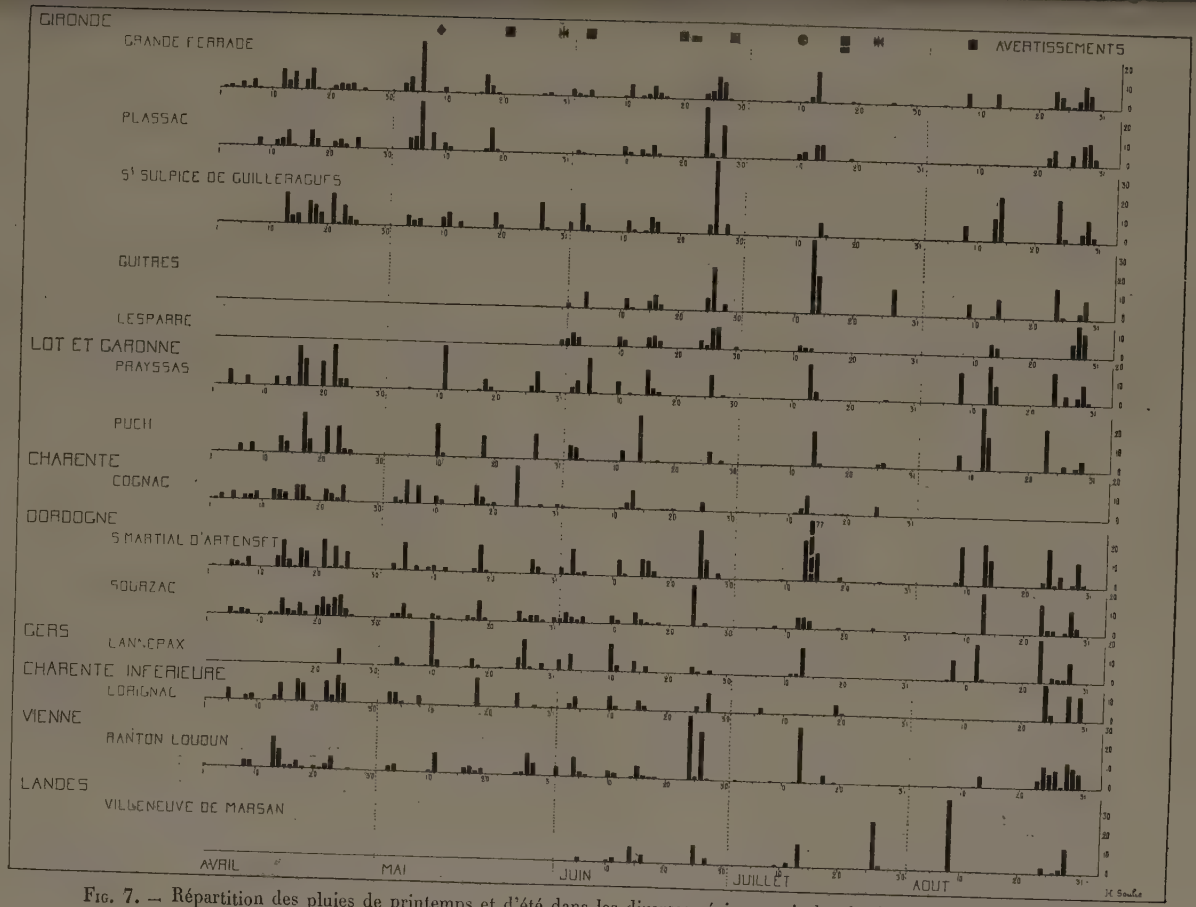


FIG. 7. — Répartition des pluies de printemps et d'été dans les diverses régions agricoles du Sud-Ouest (d'après SOUTY).

Végétation de la vigne. — La période de végétation s'étend du 1er avril (débourrement) au 15 août (fin de croissance), soit sur quatre mois et demi. La période de croissance active va de fin mai à fin juillet. En fin de végétation la longueur des rameaux est de 241 centimètres et le nombre total de feuilles formées par sarment de 39.

Le débourrement commence le 29 mars pour le Merlot, le 1er avril pour le Cabernet-franc et le Malbec et le 3 avril pour le Cabernet-Sauvignon.

Les gelées des 3 et 4 avril (— 3° sous abri à 2 m. et de — 4° 6 à l'air) causent des dégâts importants; 80 p. 100 des bourgeons sont gelés sur les cépages Merlot, Cabernet-franc et Malbec.

Développement du Mildiou. — Par suite de la période pluvieuse du 4 au 12 mai, une infection primaire très localisée se produit dans le Blayais et l'Entre-Deux-Mers. L'apparition se fait les 23 et 25 mai, soit une durée d'incubation de douze jours avec une moyenne journalière de température de 14° 6. Une deuxième infection primaire est déterminée par la période pluvieuse du 16 au 19 mai. Elle est très faible, en raison des températures basses (minima inférieurs à 10°). Elle se montre dans le vignoble le 30 mai. Elle est observée dans les champs d'essais à la Grande-Ferrade où la germination des œufs a été constatée le 18 mai dans les cuvettes artificielles. La durée d'incubation est de treize jours pour une moyenne de température de 13° 2.

La maladie se développe avec intensité du 1er juin au 14 juillet et particulièrement du 24 au 27 juin. Dix invasions secondaires sont notées. L'invasion la plus grave est celle du 24 juin en raison de la concordance de l'apparition des taches avec une période pluvieuse importante, se produisant au moment de la nouaison. Elle s'est manifestée avec intensité en Gironde, Dordogne et Vienne. Elle a été plus faible en Charente, Charente-Inférieure, Gers et Landes.

L'infection des 13 et 14 juillet a aussi une grande importance, par suite des attaques des grains qu'elle détermine (Rot brun).

D'une façon générale dans la région du Sud-Ouest, le développement du Mildiou est plus grave en 1935 qu'en 1934 mais beaucoup moins intense qu'en 1932.

Les traitements essentiels assurant la protection sont : le traitement liquide préconisé le 19 juin et le poudrage cuprique vers le 10 juillet.

L'application du 19 juin, permet la protection des jeunes grains (fin floraison) et des feuilles contre les invasions des 24 et 27 juin; celle du 10 juillet préserve les grains contre les contaminations des 12 et 13 juillet. Dans le champ d'essais où tous les trois jours une série de ceps est traitée et ne reçoit qu'un seul traitement, les séries les mieux protégées sont celles traitées du 20 au 24 juin. Le traitement liquide indiqué dans la note du 19 juin est donc le plus important.

Le tableau suivant indique les principales invasions de l'année avec la date d'infection, la durée d'incubation et la somme des températures ainsi que la température moyenne journalière pendant cette dernière phase.

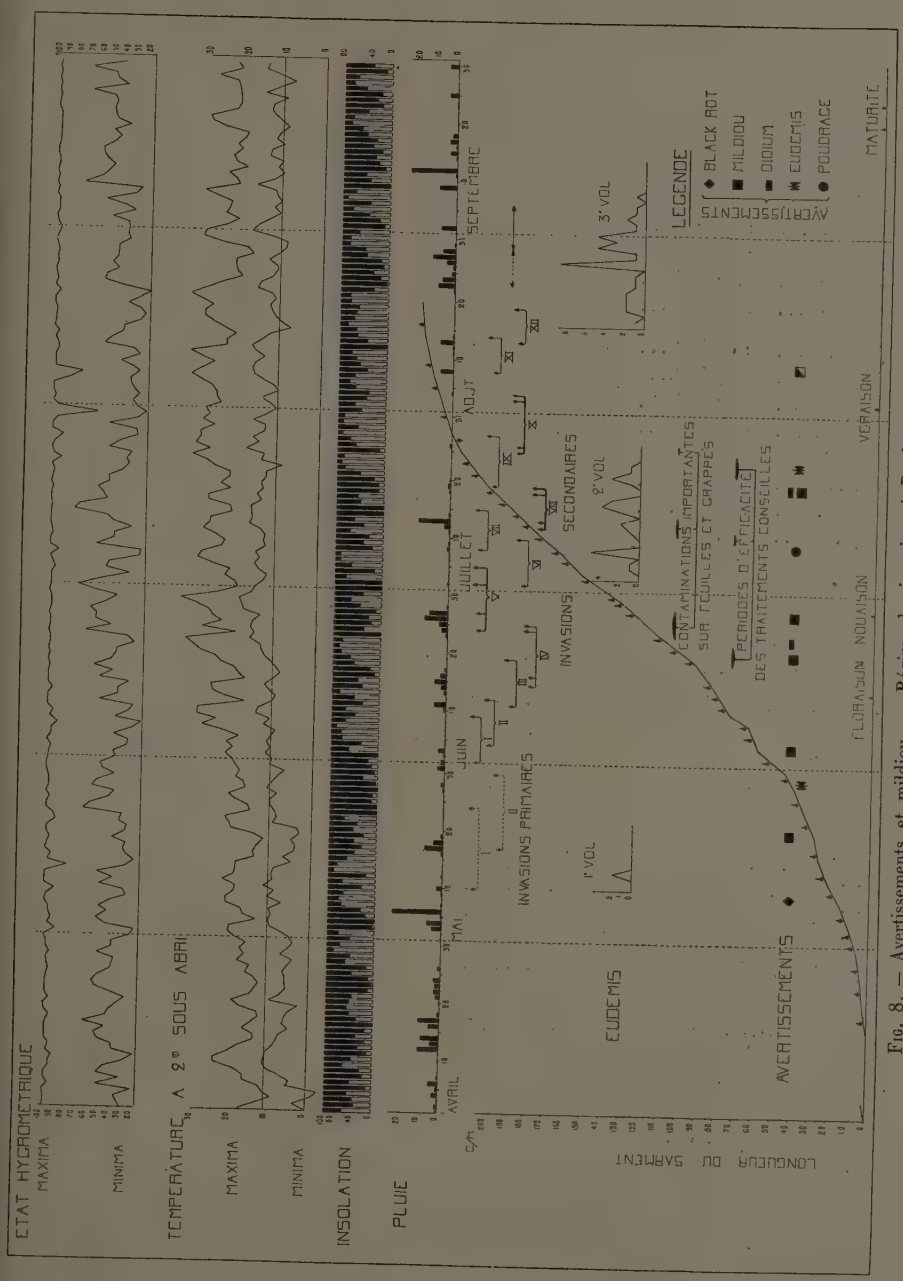


Fig. 8. — Avertissements et mildiou. — Régime des invasions à Bordeaux en 1935 (d'après Souty).

Invasions de Mildiou à Bordeaux.

		INCUBATION.			
INFECTION.	ÉCLOSION.	DURÉE	SOMMES des températures.	TEMPÉRATURE moyenne journalière	OBSERVATIONS SUR LES INVASIONS. (Les plus importantes sont en italique.)
—	—	—	—	—	—
1er juin.....	9 juin.....	8 jours.	137°,8	17°,2	Localisée.
4 juin.....	12 juin.....	8 —	148°,7	18°,6	*Idem.*
11 juin.....	19 juin.....	8 —	133°,4	16°,7	*Idem.*
14-16 juin....	23-25 juin...	9 —	//	//	*Idem.*
24-27 juin....	*1-4 juillet....*	*8* —	*148°,5* (moy.)	*18°,5* (moy.)	*Généralisée et importante.*
2 juillet.....	10 juillet ...	8 —	162°,0	20°,2	Localisée.
8 juillet.....	15 juillet....	7 —	147°,2	21°,0	*Idem.*
12-13 juillet...	*18-19 juillet..*	*6* —	*127°,2*	*21°,2*	*Généralisée sur grain.*
19 juillet.....	27 juillet....	8 —	169°,0	21°,1	Localisée.
26 juillet.....	3 août.....	8 —	176°,1	22°,0	Localisée et importante.
8 août.....	14 août.....	6 —	136°,7	22°,8	Sur rejets.
13 août.....	19 août.....	6 —	115°,7	19°,3	*Idem.*
22-29 août...	29 août.....	7 —	127°,5 (moy.)	18°,2 (moy.)	*Idem.*
//	5 septembre..	//	//	//	//

Avertissements. — En 1935, cinq traitements généraux sont préconisés. Ils sont indiqués dans le tableau qui suit :

DATES D'ENVOI DES AVIS.	DATES DES CONTAMINATIONS.	PÉRIODES D'EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS.	NOMBRE DE FEUILLES FORMÉES depuis le dernier traitement.
—	—	—	—
20 mai.....	24 mai (Charente)....	4 jours.	9 feuilles.
3 juin.....	10-16 juin.....	7 —	3 —
19 juin.....	24-27 juin.....	5 —	7 —
29 juin.....	1-3 juillet (Charente)..	2-4 —	4 —
16 juillet (circulaire) ...	25-26 Juillet.....	7 —	8 —

En plus, il est conseillé le 9 mai, un traitement concernant les lieux où se manifeste de préférence l'infection primaire et un poudrage cuprique le 10 juillet. Pour les jeunes plantations, un traitement dans la première quinzaine d'août est recommandé (fig. 8).

Note du 9 mai. — La période pluvieuse du 3 mai se poursuivant, la vigne présentant 7 feuilles et la température étant supérieure à 10°, il y a danger de contamination primaire dans les vignes placées dans un milieu favorable à la maladie : donc nécessité de traiter afin d'assurer la protection des feuilles sensibles à l'infection primaire. elle concerne aussi celles où le Black rot est à craindre.

Traitement général du 20 mai. — Deux infections primaires se produisent les 10-12 et 18 mai et apparaissent fin mai : donc nécessité d'assurer la protection de toutes les vignes avant l'extériorisation de ces invasions pour protéger les jeunes grappes et les feuilles.

Traitement général du 19 juin. — Les invasions de fin mai et début juin apparaissent les 8 et 9 juin. La période pluvieuse du 10 au 17 juin provoque de nouvelles infections qui sont de plus en plus généralisées en raison de la présence d'un grand nombre de germes. Les invasions des 11, 14 et 16 juin se montrent entre les 19 et 24 juin. La vigne est en pleine floraison.

Pour assurer la protection des jeunes grains, il est indispensable de traiter. Le traitement général recommandé par la note du 19 juin est de beaucoup le plus important pour les raisons suivantes : période très critique de la vigne (nouaison) et présence de nombreux germes vers le 23 juin par suite de l'importance des invasions qui vont apparaître. Si une période de pluie survient, les contaminations seront intenses.

Traitement général du 29 juin. — Il complète l'action de celui du 19 juin, en raison de la gravité des invasions des 24 et 27 juin. Par suite de la période de sécheresse du 1er au 9 juillet, l'intensité du Mildiou diminue. Mais il était nécessaire de prévoir ce traitement car toute pluie survenant à cette époque aurait donné lieu à des contaminations très intenses sur feuilles et sur grains, la nouaison étant terminée le 28 juin.

Ce traitement est suivi, le 10 juillet, par un poudrage assurant la protection des grains contre les invasions des 12 et 13 juillet qui sont généralisées et très intenses par suite de la présence de nombreux germes et de l'importance des pluies notées du 10 au 14 juillet.

Traitement du 16 juillet. — C'est le traitement de fin végétation dont le rôle est de permettre la protection des grains contre le Rot brun et des feuilles contre les infections tardives, afin d'assurer le bon aoûtement des sarments. Il est indispensable en raison de l'importance des invasions. Du reste, de nombreuses infections sont constatées courant août et septembre.

Les six traitements liquides recommandés dont un partiel et un poudrage assurent la protection du vignoble. Ce nombre ne pouvait être réduit étant donné la gravité des invasions et principalement de celles des 24 et 27 juin et des 12 et 13 juillet. Le traitement capital est indiqué par la note du 19 juin. Les ceps traités du 19 au 24 juin dans le champ d'essais et n'ayant reçu qu'un traitement en cours de végétation, étaient de beaucoup les moins atteints par la maladie.

Clermont-Ferrand. — Schad, Directeur et Soulié, chef de travaux.

Postes d'observations. — Les postes d'observations sont répartis dans les diverses régions viticoles (fig. 6 *bis*) :

Puy-de-Dôme : Clermont-Ferrand, poste central d'observations. La commission météoro-

logique du département fait parvenir les observations de dix postes pluviométriques situés dans la région viticole.

Allier : Domérat (région de Montluçon), Louchy (région de Saint-Pourçain), Avermes (région de Moulins).

Nièvre : Cours (région de Pouilly-sur-Loire.)

Cher : Quincy, Bué (Sancerrois).

Loiret : Baule (région en aval d'Orléans), Saint-Jean-de-Bray (région en amont d'Orléans).

Lot : Lagardelle (vallée du Lot en aval de Cahors), Tour de Faure (vallée du Lot en amont de Cahors), Saint-Laurent-Lolmie (sud du département, région de production du Chasselas).

Loire : Saint-André-d'Apchon (région de Roanne), Moingt (région de Montbrison), Lannet (région de Boën-sur-Lignon).

Les observateurs font parvenir tous les jours au poste central les observations météorologiques et signalent les phénomènes d'ordre biologique se rapportant aux maladies de la vigne. Dans chaque département un vignoble d'essais où sont effectués les traitements successifs, permet de suivre le régime des invasions.

Conditions climatologiques de l'année. — Dans le Puy-de-Dôme, la hauteur des pluies enregistrée du 1er novembre 1934 au 30 avril 1935 est de 238,7 millim., quantité supérieure à la moyenne de 45 millimètres. Du 1er avril au 31 juillet, il est noté 167,3 millim., hauteur de pluie nettement inférieure aux précipitations de 1930 et de 1932 qui sont respectivement de 304 millimètres et de 388,2 millim. Cette quantité est du même ordre que celle enregistrée en 1931 et 1934.

La dernière décade de mai et les deux premières de juin sont caractérisées par de basses températures et des pluies abondantes. On note 72,9 millim., soit près de la moitié de la hauteur constatée du 1er avril au 31 juillet.

Pendant la dernière décade de juin, forte température : la moyenne journalière est de 22° 7. Pendant le mois de juillet, la température moyenne est de l'ordre de 20°.

Le régime des pluies a été identique dans toutes les régions jusqu'au 15 juin. Fin juin et juillet, des différences apparaissent et l'intensité des précipitations pendant cette période règle la gravité du Mildiou.

La région du Lot en aval de Cahors présente le même régime de pluies que les départements du Lot-et-Garonne et de la Gironde. (Tableau.) [Fig. 10 et 11.]

Végétation de la vigne. — A Clermont-Ferrand, le débourrement est général le 24 avril sur Gamay. La vigne est en croissance active jusqu'au 22 juillet : soit trois mois de végétation. La longueur des rameaux en fin de végétation atteint 1 m. 35. le nombre de feuilles est de 26.

La gelée du 2 mai (— 1° sous abri) détermine des dégâts variables : en coteau, 2 à 5 p. 100 des bourgeons sont gelés ; en plaine, 26 p. 100. La gelée du 21 mai (— 1° sous abri) provoque des dégâts sur les jeunes sarments situés jusqu'à une hauteur de 0 m. 20 du sol.

La floraison et la nouaison se produisent pendant la dernière décade de juin

Pluies et jours pluvieux de mai, juin et juillet dans les différents postes d'observations.

NOMS DES LOCALITÉS.	MAI du 15 au 31.		JUIN. du 1er au 30.		JUILLET. du 1er au 31.		TOTAUX.	
	HAUTEUR en millim.	NOMBRE de jours.	HAUTEUR en millim.	NOMBRE de jours	HAUTEUR en millim.	NOMBRE de jours	HAUTEUR en millim.	NOMBRE de jours
Puy-de-Dôme.								
Clermont-Ferrand	32,0	7	45,9	7	34,2	8	112,1	22
Loire.								
Saint-André-d'Apchon	38,5	11	48,2	5	23,2	5	109,9	21
Lannet	44,5	17	42,5	5	52,1	7	149,1	29
Allier.								
Domérat	70,5	12	35,1	5	24,5	5	130,1	22
Avermes	//	//	55,0	13	21,7	6	76,7	19
Louchy	30,9	8	82,4	10	36,5	6	149,8	24
Nièvre.								
Cours	37,5	6	69,7	8	4,5	2	111,7	16
Cher.								
Quincy	57,0	11	74,5	11	15,6	4	147,1	26
Bué	83,0	9	58,2	9	5,3	3	146,5	21
Loiret.								
Orléans	//	//	74,7	15	8,7	3	83,4	18
Baule	54,0	6	56,0	11	9,0	5	119,0	22
Lot.								
Lagardelle	80,0	9	77,7	6	62,0	2	219,7	17
Tour-de-Faure	60,0	9	66,0	5	0,0	0	126,0	14
Saint-Laurent-Lolmie	40,5	10	73,0	8	11,0	1	124,5	19

Évolution du Mildiou. — Faible intensité du Mildiou, en raison de la période de sécheresse du 15 juin au 15 juillet qui arrête la maladie.

Deux infections primaires sont notées. La première très faible et localisée, se produit à la suite des pluies des 24 au 29 mai. Elle est constatée à Baule (Loiret), à Cours (Nièvre), à Quincy (Cher), à Clermont-Ferrand dans les vignobles des bords de l'Allier. La deuxième, plus généralisée que la précédente est provoquée par les pluies du 30 mai au 6 juin. Observée dans toutes les stations, elle présente une faible intensité en raison des basses températures. Ces deux infections ont une période d'incubation de neuf à dix jours.

La période pluvieuse du 9 au 18 juin détermine des infections secondaires importantes en raison de l'abondance des pluies. Les contaminations sont généralisées, sans présenter toutefois un caractère de réelle gravité en raison du faible nombre de germes.

Les pluies se produisant pendant la dernière décade de juin sont très irrégulières. Dans les régions où elles sont constatées, elles déterminent d'importantes attaques sur les grains et les feuilles. Les infections des 24 au 27 juin sont de beaucoup les plus intenses et les plus graves.

La période pluvieuse du 10 au 15 juillet a provoqué de nouvelles infections principalement sur les grains (Rot brun) dans le Puy-de-Dôme et la Loire. Des contaminations se produisent le 20 juillet dans le Loiret et la Nièvre; le 25 juillet dans l'Allier.

Dans les tableaux qui suivent sont reportées les principales invasions notées :

a. A Clermont-Ferrand avec la durée de la période d'incubation ainsi que les moyennes de température et d'humidité relative pour chaque temps d'incubation;

b. Dans les diverses régions viticoles du Centre.

Invasions de Mildiou à Clermont-Ferrand.

		INCUBATION.			
INFECTION. (1)	APPARITION.	DURÉE.	TEMPÉRATURE moyenne journalière.	HUMIDITÉ relative journalière.	SOMMES des températures.
P. 29 mai.....	7 juin.....	9 jours.	16°,2	66	145°,8
P. 4 juin.....	11 juin.....	7 —	16°,3	68	114°,1
S. 11 juin.....	18 juin.....	7 —	16°,2	61	113°,4
S. 15 juin.....	23 juin.....	8 —	18°,2	66	146°,0
S. 23 juin.....	30 juin.....	7 —	23°,5	60	164°,0
S. 1er juillet.....	8 juillet.....	7 —	19°,0	66	134°,0
S. 5 juillet.....	13 juillet.....	8 —	19°,3	66	154°,0
S. 9 juillet.....	16 juillet.....	7 —	20°,6	66	144°,0
S. 14 juillet.....	21 juillet.....	7 —	20°,4	62	143°,0
S. 25 juillet.....	1er août.....	7 —	18°,6	62	130°,0
S. 2 août.....	10 août.....	8 —	20°,0	60	160°,0

(1) P = Primaire ; S = Secondaire.

Invasions principales dans les diverses régions viticoles du Centre.
(Les plus importantes sont en italique.) (1)

CLERMONT-FERRAND.	LOIRE.	LOIRET.	NIÈVRE.	CHER	ALLIER.
P 29 mai.....	28 mai.	P 29 mai.	28 mai.	30 mai.	28 mai.
P 4 juin.....	4 juin.	P *1er juin.*	4 juin.	4 juin.	4 juin.
S 11 juin.....	–	*10 juin.*	*9 juin.*	*11 juin.*	*10 juin.*
S 15 juin.....	14 juin.	*18 juin.*	*17 juin.*	*18 juin.*	*18 juin.*
S 23 juin.....	//	//	//	//	*23 juin.*
S 25 juin.....	//	*27 juin.*	*27 juin.*	*27 juin.*	//
S 9 juillet.....	//	9 juillet.	//	//	1er juillet.
S *14 juillet*.....	*11 juillet.*	*20 juillet.*	//	//	//
S 25 juillet.....	//	//	*20 juillet.*	//	25 juillet.
S 2 août.....	//	//	//	//	//

(1) P = Primaire ; S = Secondaire.

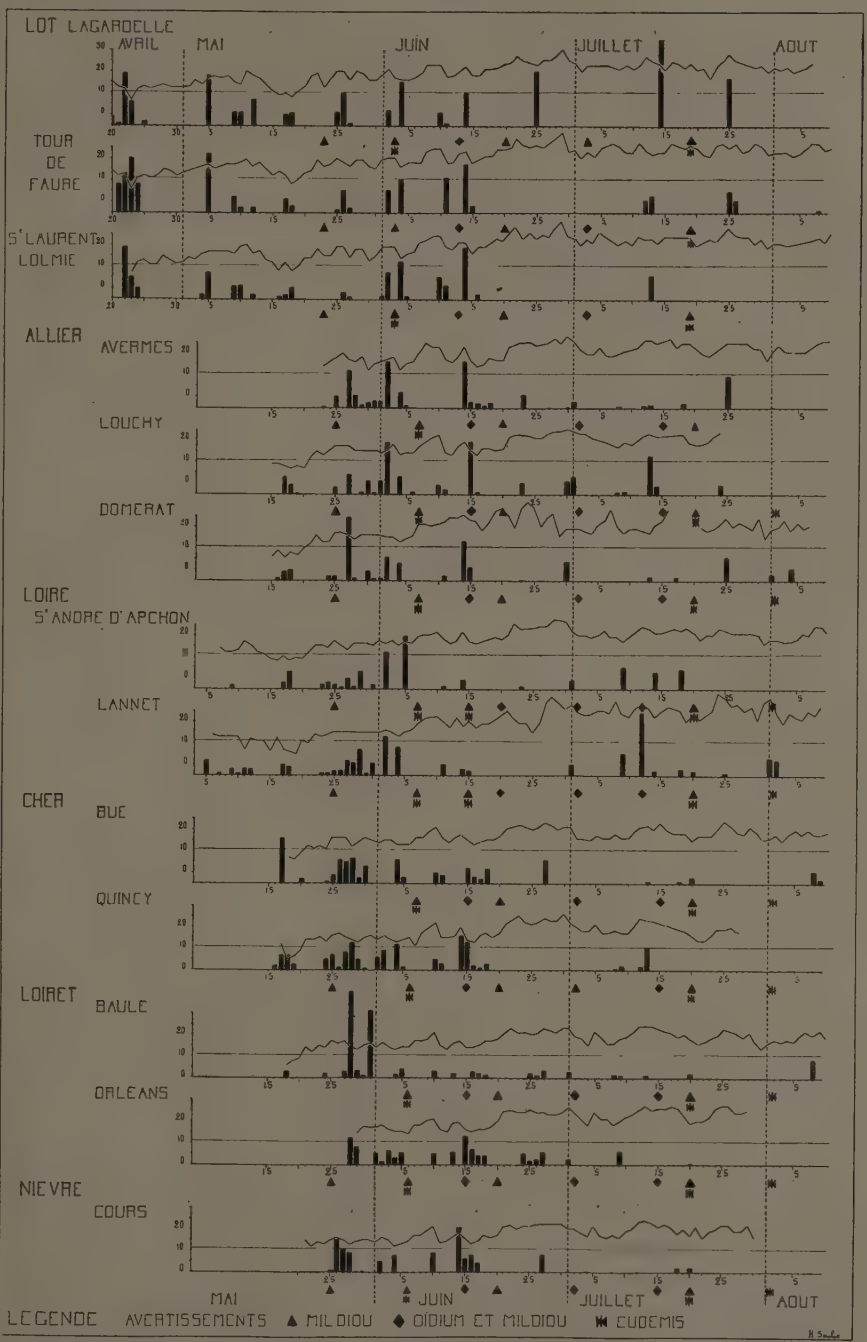


FIG. 9. — Répartition des pluies de printemps et d'été dans les diverses régions d'action de la station d'avertissements agricoles de Clermont-Ferrand (d'après SOULIE).

Le développement du Mildiou a été faible dans le Puy-de-Dôme et la Loire. Plus intense dans le Cher et l'Allier; assez grave dans la Nièvre et le Loiret.

Les traitements les plus efficaces, dans le champ d'essais du Loiret, sont ceux effectués du 6 au 10 juin et du 16 au 24 juin. Les séries de ceps ne recevant qu'un seul de ces traitements au cours de la saison sont de beaucoup les moins atteintes par la maladie.

Pendant cette période, il est recommandé un traitement liquide le 6 juin, un poudrage le 15 juin et un traitement liquide le 20 juin.

A Clermont-Ferrand dans le vignoble d'expériences, les deux traitements liquides effectués dans les périodes des 7 au 10 juin et 20 au 24 juin assurent une protection parfaite jusqu'à fin juillet. En août et septembre de nombreuses taches en mosaïque apparaissent sur les feuilles. Le traitement du 19 juillet aurait été nécessaire. Il apparaît nettement que les trois traitements principaux recommandés par les notes des 7 juin, 20 juin et 19 juillet étaient indispensables et suffisants pour assurer la protection.

Avertissements. — Il est prescrit deux traitements liquides partiels, trois traitements liquides généraux et deux poudrages suivant les régions. Les notes adressées sont indiquées ci-après :

DATES D'ENVOI DES AVIS.	DATES DES CONTAMINATIONS.	PÉRIODES D'EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS.	OBSERVATIONS.
27 mai	4 juin	du 27 au 3 juin.	Partiel.
6 juin	11 juin	du 6 au 10 juin.	Général.
15 juin (poudrage)	18 juin	//	Poudrage.
19 juin	25-27 juin	du 20 au 24 juin.	Général.
2 juillet	9 juillet	du 3 au 8 juillet.	Partiel.
12 juillet	14-20 juillet	//	Poudrage.
18 juillet	Invasions d'août et sept^re.	//	Général.

Note du 27 mai. — Le traitement du 27 mai ne concerne que les vignes où l'infection est à craindre. La vigne présentant 7 feuilles et les minima de température étant de l'ordre de 10°, il y a lieu d'indiquer un traitement par suite de la continuation de la période pluvieuse commencée le 23 mai. Ce traitement assure la protection contre les deux infections primaires et principalement contre celle du 4 juin qui se révèle la plus importante.

Traitement général du 7 juin. — Les deux infections primaires se manifestent entre le 8 et 14 juin. Il est nécessaire d'effectuer un traitement général dans toutes les vignes pour protéger les feuilles et les jeunes grappes bien dégagées. En raison de la durée de la période pluvieuse du 9 juin. le 13 juin il est conseillé un poudrage. Partout où il est effectué, il n'y a pas d'attaques des grappes.

Traitement général du 20 juin. — D'importantes infections se réalisent : 9, 10, 11, 15, 17 et 18 juin, suivant les régions à la suite de la période pluvieuse du

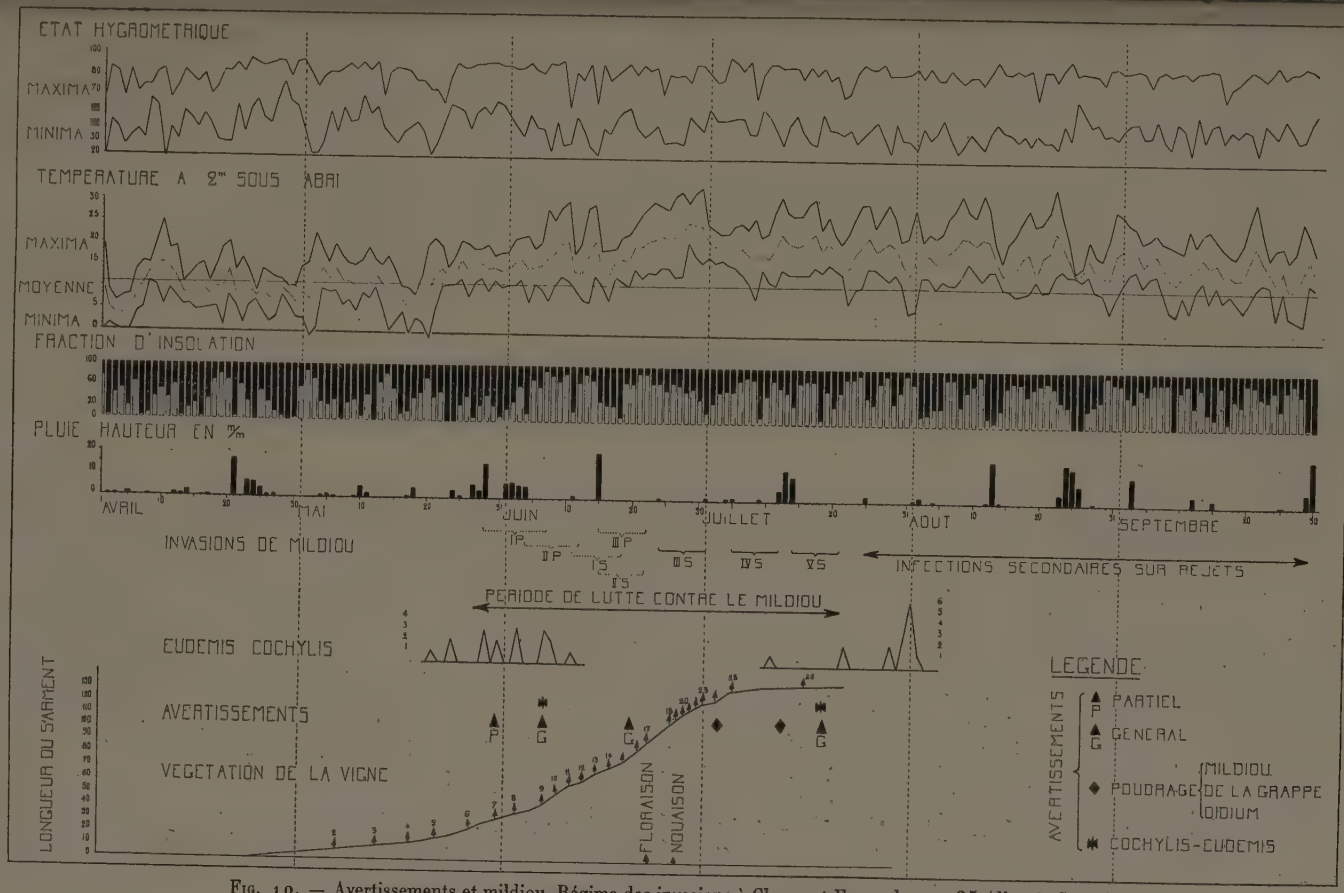


Fig. 10. — Avertissements et mildiou. Régime des invasions à Clermont-Ferrand en 1935 (d'après Soulie).
Les éléments représentés dans ce graphique sont les mêmes que ceux de la fig. 7.

9 au 18 juin. La plus importante est celle du 15 juin qui apparaît vers le 23 juin. La vigne est en pleine floraison; la nouure est générale fin juin. Si une pluie survient pendant cette période, de graves contaminations sont à craindre sur les jeunes grains qui ne sont plus protégés par les enveloppes florales. Un traitement liquide indiqué le 20 juin, permet la protection contre les infections des 23, 25 et 27 juin.

Ce traitement est complété soit par un poudrage soit par un traitement liquide indiqué dans la note du 2 juillet suivant l'intensité du Mildiou dans les diverses régions. Ce traitement n'était pas indispensable.

Un deuxième poudrage est indiqué le 12 juillet pour assurer la protection des grains (Rot brun).

Traitement général du 19 juillet. — Son but est d'assurer la protection des feuilles et des grains contre les attaques d'août et de septembre.

Comparaison de l'action des stations de Bordeaux et de Clermont-Ferrand.

Il est intéressant de mettre en parallèle l'action de la Station de Clermont-Ferrand dans le département du Lot avec celle de la Station de Bordeaux dans les départements voisins.

La région de Lagardelle (plaine du Lot en aval de Cahors) présente le même régime des invasions que les départements situés à l'Ouest : Lot-et-Garonne et Gironde. Les traitements préconisés par la Station de Clermont-Ferrand dans le Lot sont les mêmes que ceux recommandés par la Station de Bordeaux dans la Gironde.

Les invasions ainsi que les traitements prescrits par chaque Station sont portés dans le tableau qui suit.

(Les invasions et les traitements les plus importants sont en italique.)

STATION DE CLERMONT-FERRAND. LOT.			STATION DE BORDEAUX. GIRONDE.		
Invasions principales.	Traitements. liquides.	Traitements. poudrages.	Invasions principales.	Traitements. liquides.	Traitements. poudrages.
12 mai	//	//	10 mai	10 mai. (partiel).	//
//	23 mai. (partiel).	//	18 mai	20 mai.	//
27 mai	//	//		//	//
4 juin	3 juin.	//	27 mai		//
9 juin	//	//	4 juin	3 juin.	//
//	//	12 juin.	11 juin	//	//
14 juin	//	//	//	//	//
//	*20 juin.*	//	*14–16 juin*	//	//
25 juin	//	//	//	*19 juin.*	//
//	3 juillet.	//	*24–27 juin*	//	//
13 juillet	//	//	//	*29 juin.*	//
//	19 juillet.	//	*12–13 juillet*	//	*10 juillet.*
25 juillet	//	//	19 juillet	16 juillet.	//
			26 juillet	//	//

Les interprétations des Stations de Clermont-Ferrand et de Bordeaux sont donc identiques pour un *même régime d'invasions et pour des régions voisines*. Ceci montre qu'en pareil cas, quelle que soit la méthode de travail utilisée, les avis donnés correspondent.

Il est évident que ce cas de concordance de régime des invasions entre le Lot et la Gironde peut ne pas se renouveler. D'ailleurs dans le département du Lot, en 1935, les régions de Tour-de-Faure (vallée du Lot, en amont de Cahors) et de Saint-Laurent-Lolmie (sud du département) ont eu un régime différent de celui de la région ouest de Cahors à partir de fin juin (fig. 10). En raison de la sécheresse du 15 juin au 12 juillet dans ces deux régions, il a été possible de supprimer le traitement liquide du 3 juillet. D'autre part en 1933, les départements du Lot et du Lot-et-Garonne ont été soumis à un régime d'invasions différent de celui réalisé en Gironde.

CONCLUSIONS.

Comparaison des méthodes. — Les méthodes appliquées à Montpellier, Bordeaux et Clermont-Ferrand sont basées sur la connaissance des éléments suivants : 1° le Mildiou; 2° la vigne; 3° les facteurs du temps : humidité et température.

Les prévisions sont faites d'après les observations méthodiques relatives à l'influence des facteurs climatiques : humidité et température, sur l'évolution du Mildiou et la végétation de la vigne ainsi que sur les corrélations existant entre le développement du parasite et de son hôte : périodes critiques.

Les différences apparaissant entre les méthodes ne portent que sur l'interprétation des observations et sur la prédominance accordée à l'un des facteurs envisagés.

Il s'agit de prévoir l'infection. Les données actuelles permettent d'indiquer les possibilités d'infection. Quand les conditions favorables sont réalisées pour qu'une infection puisse se produire, il y a lieu de traiter si la vigne présente à ce moment une période critique : nombreuses feuilles non protégées, pré-floraison ou nouaison. La connaissance du régime local des pluies et la prévision des périodes pluvieuses permettent de donner toute sécurité aux avis.

La méthode Branas qui, pratiquement, ne diffère pas de la méthode Ravaz, a pour base l'allongement du sarment et l'évolution du parasite. La cadence des traitements est réglée sur la croissance de la vigne : des correctifs sont apportés en tenant compte de l'élément pathologique. La durée d'incubation dans la région du Midi est constante. La Station renseigne sur la gravité des attaques de Mildiou.

La méthode Capus est basée sur la connaissance du régime des pluies et des invasions de la région en fonction de la végétation de la vigne en tenant compte de la variabilité, dans le Sud-Ouest, de la durée de la période d'incubation. La prévision des moments opportuns est faite d'après la connaissance des « antécé-

dents » d'ordre météorologique et biologique précédant les contaminations. Cette méthode tend à permettre des prévisions à longue échéance quant à la précocité des invasions et à l'intensité de la maladie.

La méthode de Clermont-Ferrand est la synthèse des deux précédentes. Elle est basée sur l'influence des facteurs climatiques : humidité et température, sur le développement de la vigne et du parasite. Les traitements sont indiqués en tenant compte des périodes critiques de la vigne et de l'évolution du Mildiou en prévision d'une période pluvieuse.

Résultats obtenus et rôle des stations. — Les stations d'avertissements agricoles ont rendu de grands services à la viticulture française en permettant de lutter efficacement contre certains ennemis de la vigne : Mildiou, Oïdium, Black-rot, Eudemis et Cochylis.

Les échecs constatés dans l'application des avertissements sont à attribuer, dans la majorité des cas, à une mauvaise exécution des traitements. Il faut bien pulvériser, mouiller tous les organes de la vigne, principalement les grappes ce qui nécessite une grande dépense de liquide. L'exécution doit être faite avec soin; à chaque opération, il faut traiter essentiellement les organes nouveaux.

D'autre part, l'efficacité des produits intervient. Dans cette étude, il a été admis que les produits anticryptogamiques avaient une efficacité égale à celle des bouillies bordelaise et bourguignonne qui présentent une durée d'efficacité totale de quarante à cinquante jours. Il y a nécessité d'utiliser les produits ayant une longue durée d'action pour permettre de réduire au minimum le nombre des traitements. Un bon produit doit être à la fois soluble, adhérent et mouillant.

Le viticulteur doit être à même de traiter ses vignes dans le minimum de temps. Il doit donc s'organiser pour traiter son vignoble dans un temps de quatre à cinq jours.

Les renseignements donnés par les stations doivent être aussi complets que possible; il faut guider le viticulteur et lui inspirer confiance. Le directeur d'une station ne fait pas seulement « œuvre d'application d'art » selon l'expression de Capus (7) mais aussi de science, car les données actuelles permettent d'établir les avertissements sur des bases précises. L'expérience personnelle n'intervient que dans l'application des règles aux conditions culturales et climatiques de la région.

Les avertissements sont faits pour guider l'initiative des viticulteurs et non pour la suppléer et ils ne les dispensent en aucune façon des soins qu'il faut apporter à l'exécution des traitements (Capus [7]).

Il appartient à chaque vigneron de connaître le milieu dans lequel il travaille pour lui permettre d'interpréter et d'appliquer avec logique les conseils donnés.

Il doit savoir si ses vignes sont situées dans un endroit favorable à l'infection primaire et se rendre compte de l'énergie de croissance de chaque vigne.

Les avertissements trop nombreux ou donnés à contre-temps ont un effet moral déplorable : souvent les mauvais résultats obtenus par l'application d'une méthode dans une région proviennent d'une mauvaise interprétation des principes. Dans la protection de la vigne, il faut envisager l'ensemble des parasites : Mildiou,

Black-rot, Eudemis et Cochylis et combiner les traitements quand il y a possibilité, pour diminuer le nombre des opérations à effectuer.

Pour chaque région, il faut un service adapté aux conditions culturales et climatiques. Le nombre de traitements nécessaires, variable suivant l'année, ne peut être le même dans toutes les régions, en raison de la diversité des modes de culture et d'encépagement. Il faut chercher partout à réduire le nombre de traitements au minimum tout en assurant une protection économique du vignoble.

Dans la lutte contre le Mildiou, i importe pour obtenir ce résultat, étant donné que le viticulteur a à sa disposition les produits anticryptogamiques d'une efficacité certaine, de traiter au moment opportun et d'effectuer le traitement avec soin. L'époque d'application joue un rôle essentiel.

Il faut approfondir nos connaissances sur la biologie du Mildiou et cette étude a permis de mettre en relief les points faibles de celle-ci.

Il y a nécessité de procéder à une étude d'ensemble et à préciser certaines phases encore vagues de l'évolution du parasite.

En particulier, il convient d'étudier :

1° La germination des œufs d'hiver et l'influence des pluies hivernales et printanières sur la faculté germinative et la durée de conservation des œufs;

2° La durée de la période d'incubation en fonction des variations de la température et de l'humidité relative;

3° L'influence des pluies hivernales et printanières sur la précocité des invasions primaires et l'intensité des invasions d'été;

4° Les périodes critiques du végétal vis-à-vis du Mildiou;

5° Les climats régionaux par un réseau de postes d'observations aussi dense que possible.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Arnaud (G. et M.). — *Traité de Pathologie végétale,* 1931.

2. Branas (J.) et Bernon (G.). — Époque des traitements du Mildiou de la vigne. (*Annales de l'Ecole nationale d'agriculture de Montpellier,* t. XXIII, fasc. II, p. 67, 1934.)

3. Branas (J.) et Dulac (J.). — Sur le mode d'action des bouillies cupriques au moment de leur emploi. (*C. R. des séances de l'Académie des Sciences,* t. CXCVII, p. 938, et *Progrès agricole et viticole,* p. 572, 1933.)

4. Branas (J.) et Dulac (J.). — Sur le mode d'action des bouillies cupriques. Rôle de la dessication. (*C. R. des séances de l'Académie des Sciences,* t. CXCVII, p. 1245, 1933.)

5. Cadoret (A.). — Contribution à l'étude des traitements contre le Mildiou. Détermination des époques d'attaque du champignon. (*Le Progrès agricole et viticole,* p. 362, 1927.)

6. Capus (J.). — Comment combattre le Mildiou de la vigne. (*Collection de l'Agriculture nouvelle,* 1931.)

7. Capus (J.). — Influence des facteurs atmosphériques sur le développement du Mildiou. Le cinquantenaire de la bouillie bordelaise. (*Sup. à la Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole de France,* vol. XXII, 1935.)

8. Capus (J.). — L'évolution et le traitement du Mildiou en 1915. (*Revue de viticulture*, p. 157, 1916.)

9. Capus (J.). — Rapport sur les avertissements contre les parasites de la vigne, 1918. *Ministère de l'Agriculture, Direction générale des Eaux et Forêts, Service de la météorologie agricole, extrait des Annales*, fasc. XXXVIII, 1919.)

10. Capus (J.). — Traitement des maladies de la vigne, 1910.

11. Capus (J.). — Y a-t-il des périodes critiques pour la contamination du Mildiou.(*Revue de viticulture*, p. 330, 1919.)

12. Capus (J.) et Bourdel. — Pluies et Mildiou. (*C. R. de l'Académie d'Agriculture de France*, p. 328. 1931.)

13. Cazeaux-Cazalet (G.). — Le Black-rot, ses rapports avec la température et la végétation de la vigne; traitements opportuns. (*Revue de viticulture*, p. 173, 1898.)

14. Chaptal (L.). — Les avertissements agricoles et la phytopathologie. (*Congrès de pathologie végétale tenu à Strasbourg*, 1923.)

15. Dabat. — Communication a la Commission instituée par arrêté ministériel du 10 avril 1911. (*Organisation d'un service général de météorologie agricole*, 1911.)

16. Louis-Dop. — Rapport sur la météorologie agricole. — *Bulletin des renseignements agricoles*, n° 12, Rome, 1924.

17. Docteur Faes (H.). — Lutte contre le Mildiou. (*Congrès international de la vigne et du vin*, Lausanne, du 26 au 31 août 1935, t. I, p. 129.)

18. Millardet (A.). — Communication à la Société d'Agriculture du département de la Gironde. (*Annales de la Société du département de la Gironde*, t. IX, 1er avril 1885.)

19. Millardet (A.). — Essai sur le Mildiou, Bordeaux, 1882.

20. Moreau (L.) et Vinet (E.). — Le Mildiou. Évolution et traitements en 1927. Conclusions pratiques. (*Revue de viticulture*, LXVIII, p. 255, 1928.)

21. Moreau et Vinet (E.). — De la valeur des «traitements d'assurance» dans la lutte contre les ennemis de la grappe. (*C. R. Académie d'Agriculture*, p. 1106, 1930.)

22. Moreau (L.) et Vinet (E.). — Rapport au *IVe Congrès international de la vigne et du vin*, Lausanne, 1935.

23. Müller (K.) et Sleumer (H.). — Biologische Untersuchungen über die Peronosporakrankheit des Weinstockes mit besonderer Berücksichtigunihrer Bekämptung nach der Inkubationskalendermethode. (*Landw. Jahrb.*, LXXIX, 4, p. 509-576, 10 fig., 2 graph., 1 map., 1934.)

24. Paillot (A.). — Les insectes nuisibles des vergers et de la vigne (Paris, 1931).

25. Petri (L.). — Les moyens de défense contre les maladies de la vigne. (*Congrès international de la vigne et du vin du 26 au 31 août 1935*, t. II, 1935.)

26. Piery. — Traité de climatologie biologique et médicale, publié sous la direction de M. Piery) Paris, 1934).

27. Ravaz (L.). — Rapport sur les travaux effectués à la Station d'avertissements agricoles de Montpellier pendant l'année 1919. (*Ministère de l'Agriculture, Direction générale générale des Eaux et Forêts, Service des avertissements agricoles*, 1921.)

28. Ravaz (L.). — Traité général de viticulture, IIIe partie, t. III, Le Mildiou (Montpellier, 1914.)

29. Ravaz (L.) et Geze. — Rapport sur le fonctionnement de la Station d'avertissements agricoles en 1918 (*Ministère de l'Agriculture, Direction générale des Eaux et Forêts, Service de la météorologie agricole, Annales du Ministère de l'Agriculture*, f. 49, p. 441-475, 1919.)

30. Rey (P.). — Rapport présenté à M. le Ministre de l'Agriculture au nom de la commission instituée par arrêté ministériel du 10 avril 1911, en vue de l'examen des questions se rapportant à l'organisation d'un service général de météorologie agricole, Montpellier, 1911.)

31. Rey (P.). — Communication au Congrès international de Venise (septembre 1920) [*Bulletin du Service des avertissements agricoles, Annales du Ministère de l'Agriculture,* fasc. 52.]

32. Schad (C.). — La lutte contre le Mildiou et les avertissements agricoles. (*Rapport au Congrès de la défense sanitaire des végétaux,* t. II, p. 133, Paris, 1934.)

33. Viala (P.). — Les matières colorantes contre le mildiou et l'oïdium. (*C. R. Académie d'Agriculture,* p, 42, 1930.)

34. Villedieu (M^me^ et M. G.). — Contribution à l'étude de l'action des produits cupriques. (*C. R. Académie d'Agriculture,* 1925.)

35. Note sur la constitution du service de la météorologie agricole. (*Annales du Ministère de l'Agriculture,* f. 47, p. 56-110, 1914.)

ACTION

DE CERTAINS DÉRIVÉS DE LA QUINOLÉINE

SUR LA GERMINATION DU BLÉ

par G. Fron,

Docteur ès Sciences,

Professeur à l'Institut national agronomique.

Nous avons exposé dans diverses communications les premiers résultats de travaux que nous avons en cours sur l'emploi de certains dérivés de la Quinoléine, soit sur la faculté germinative de semences de plantes de culture, soit sur le développement de différents champignons. Dans une note, présentée à l'Académie d'Agriculture en 1934 [1], nous avons montré que l'immersion dans une solution de Sulfate neutre d'Ortho-Oxyquinoléine ou même le poudrage avec ce produit ne modifie pas sensiblement la faculté germinative du blé de semence et nous avons mis en évidence l'intérêt que l'on peut tirer de l'emploi de ce produit, tout en précisant alors que ces premiers résultats demandaient à être vérifiés et avaient seulement pour but de permettre d'entrevoir une méthode rationnelle de lutte contre la maladie du piétin des céréales. Dans une seconde note, en octobre 1935 [2], nous avons relaté des résultats obtenus au cours de cette campagne et nous avons signalé que le Sulfate neutre d'Ortho-Oxyquinoléine a été employé dans ces essais à des doses variant de 25 à 100 grammes par hectolitre de semence.

Nous avons signalé à ce moment que l'immersion avait provoqué parfois certains retards dans la germination sur la nature desquels nous n'avons pas insisté, mais que nous n'avions pas observés par simple poudrage ou par aspersion et nous avons conseillé alors l'un ou l'autre de ces procédés avec une proportion de produit de 25 à 50 grammes par quintal de semence. Des circonstances diverses ne nous ont pas permis de suivre, durant cette campagne 1935, nos expériences jusqu'à la période de maturité du blé, néanmoins nous avons signalé que l'apport de Sulfate neutre

[1] *C. R. Ac. Agr.*, n° 19 (p. 647), 13 juin 1934.
[2] *C. R. Ac. Agr.*, n° 23 (p. 925), 16 octobre 1935.

d'Ortho-Oxyquinoléine, soit sous forme de poudrage, soit en solution, effectué sur les blés au printemps n'a pas porté préjudice au blé et en a parfois amélioré la végétation. Nous terminerons cette dernière note en disant :

« Il n'est pas douteux que ces résultats sont encourageants et, en confirmant nos observations antérieures, nous amènent à poursuivre l'étude de la question. »

Il était à prévoir que des travaux sur une question aussi importante que la maladie du piétin des blés, question qui préoccupe à si juste titre le monde agricole et dont la solution est encore loin d'être trouvée malgré les publications nombreuses effectuées à son sujet, amèneraient des polémiques et des observations diverses. Les expériences sur ces questions sont longues, les résultats que l'on escompte sont souvent retardés par des circonstances, météoriques ou autres, dont on n'est pas maître.

Il est important d'être très réservé dans les conclusions que l'on est tenté de dégager des premières observations faites et de ne produire celles-ci qu'après un nombre suffisant d'observations. C'est dans cette idée que nous nous sommes limités jusqu'à présent aux communications à l'Académie d'Agriculture signalées précédemment, dans le but de prendre date et de montrer l'orientation de nos recherches. C'est aussi cette manière de voir qui nous a conduit à ne pas juger utile de répondre à une communication faite par M. Foëx à l'Académie d'Agriculture en février 1936, nous réservant d'en discuter plus tard les conclusions [1].

Mais la publication faite récemment par cet auteur de cette même note dans les *Annales des Epiphyties et de Phytogénètique* nous amène à sortir de la réserve dans laquelle nous nous étions tenu, car la haute autorité qui s'attache à la personnalité du Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale peut amener à penser que des conclusions rapportées dans une publication de la valeur scientifique de ces Annales sont le résultat d'observations pouvant être admises comme définitives.

Nous laisserons de côté, pour le moment, tout ce qui a trait à la question du piétin des céréales, nous réservant de revenir plus tard sur ce sujet et nous nous bornerons à examiner seulement ici l'influence exercée par le Sulfate neutre d'Ortho-Oxyquinoléine sur la germination du blé et sur son évolution ultérieure.

Sans entrer dans le détail des rapports de M. Foëx, il s'en dégage l'impression que ce produit agit d'une façon dangereuse sur la germination du blé, que son emploi déprime la végétation et réduit le rendement. Les conclusions de ces rapports, concernant les blés non soumis à l'infection, mettent ces faits en évidence : le formol, la bouillie bordelaise à 2 p. 100 de SO^4Cu ayant une action favorable, le Sulfate neutre d'Ortho-Oxyquinoléine employé soit en poudre, soit en solution ayant une action déprimante et par suite nuisible.

[1] Foëx (Et.). — Nouveaux essais expérimentaux sur les piétins des Céréales au cours de la campagne 1934-1935. *C. R. Académie d'Agriculture*, n° 4 (p. 143), 5 février 1936 et *Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. II, fasc. I (p. 5 à 12), 1936.

Il est regrettable que l'auteur n'ait pas apporté dans son travail toute la précision nécessaire sur les conditions matérielles dans lesquelles ses observations ont été effectuées, car les conclusions précédentes sont en désaccord avec de nombreuses observations et en particulier avec les travaux que nous avons publiés. Des essais de germination de graines permettant de préciser le pourcentage de germination demandent à être effectués avec méthode et précision, comme le disent, dans un article récent, MM. Denaiffe, Colle et Flandrin[1] : « La germination est un phénomène très complexe, car, si elle se manifeste sous l'influence de facteurs relativement peu nombreux, tels que l'humidité, la température et l'aération, sa bonne marche est influencée par de très nombreuses causes qui peuvent en modifier totalement le processus, soit dans le résultat final ou la faculté germinative, soit dans la vitesse de germination ou l'énergie germinative. » C'est afin d'uniformiser les résultats que, après des études nombreuses entreprises par M. Schribaux d'abord, par M. Bussard ensuite alors qu'ils étaient Directeurs de la Station d'essais de semences, des méthodes d'analyse ont été mises au point. Ces études ont conduit à l'organisation d'un service spécial dépendant du Ministère de l'Agriculture où sont entrepris d'une manière méthodique et officielle les essais de germination des semences. La Station d'essais de semences donne donc à ce point de vue toute garantie, les analyses étant effectuées dans des conditions déterminées et rigoureusement contrôlées. Nous n'ignorons pas que cet Établissement, rattaché maintenant au Service des fraudes, n'a pas à s'occuper de recherches scientifiques ni de travaux originaux, mais seulement à déterminer la faculté germinative des échantillons qui lui sont fournis.

C'est à cet Établissement que nous nous sommes adressé pour apporter une vérification aux résultats que nous avions obtenus, en lui envoyant 18 échantillons de semences, sans aucune indication complémentaire et avec un simple numéro d'ordre. Nous nous faisons un plaisir de remercier ici M. le Directeur de cet Établissement des analyses qu'il a bien voulu faire.

Ces 18 échantillons ont porté sur 2 variétés commerciales de Blé, Vilmorin 27 et Bon Moulin : des lots de chacune de ces variétés ont été traités avec du Sulfate neutre d'Ortho-Oxyquinoléine, soit par immersion pendant un temps donné dans des solutions à concentration déterminée, soit par poudrage.

Pour cette dernière méthode, nous avons eu le soin de déterminer au préalable la quantité maxima de produit susceptible d'être retenue par le grain; à cet effet, 100 grammes de grains de blé ont été agités dans un récipient avec 5 grammes de poudre de quinoléine, le tout jeté ensuite sur un tamis de dimension convenable. Il a été possible de la sorte de récupérer 4 gr. 031 de poudre et, par suite, d'en déduire que 0 gr. 97 avait été retenu par les 100 grammes de semence, c'est-à-dire approximativement 1 p. 100. Cette proportion peut naturellement varier dans certaines limites suivant la nature du blé, son état hygrométrique, etc.; elle donne néanmoins une indication sur la quantité qui peut être fixée sur les grains en présence d'une dose exagérée de poudre.

[1] *Journal d'Agriculture pratique*, n° 19, mai 1936.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus simultanément à la Station des Semences et dans mon laboratoire pour chacun de ces échantillons [1], avec l'indication du traitement correspondant :

	BLÉ VILMORIN 27.			BLÉ BON MOULIN.		
	STATION de semences.	LABORATOIRE.		STATION de semences.	LABORATOIRE.	
	7 jours.	4 jours.	7 jours.	7 jours.	4 jours.	7 jours.
	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.
1. Témoin	99	96	98	100	100	100
2. Immersion, sol. 1/100e 5′	99 +	96	96	99 +	92	100
3. — sol. 1/100e 10′	99 +	—	98	99	—	96
4. — sol. 1/100e 15′	98 +	—	96	99	—	100
4bis — sol. 1/100e 30′	—	—	93	—	—	—
5. — sol. 1/1.000e 30′	99 +	100	100	100	97	100
6. — sol. 1/10.000e 30′	99 +	100	100	100	100	100
7. — sol. 1/20.000e 30′	99 +	100	100	100	100	100
8. Poudrage à saturation (soit à 1 p. 100 du poids de semence)	99 +	91	100	98 +	98	100
9. Poudrage à 0,2 p. 100 du poids de semence	—	—	—	100	—	—

NOTA. — Le signe + qui suit certains chiffres indique un taux de germination compris entre ce chiffre et le chiffre immédiatement supérieur.

Les résultats mentionnés dans ce tableau se passent de tout commentaire et confirment les observations signalées précédemment. En réalité, nous étions déjà fixé à ce sujet, car nous n'avions pas manqué de faire faire, par la Station d'Essais de semences et dans la grande majorité de nos semis antérieurs, des essais de contrôle des chiffres que nous obtenions nous-mêmes; les résultats ont toujours été du même ordre, il ne nous paraît pas utile de multiplier ici les exemples sur lesquels nous aurons d'ailleurs occasion de revenir. Il nous suffit d'établir les raisons pour lesquelles nous ne sommes pas d'accord avec les conclusions qui se dégagent des expériences relatées par M. Foëx et de mettre en évidence que, contrairement à l'opinion qu'il émet, le traitement des semences par le produit en question, soit par immersion, soit par poudrage, ne modifie pas sensiblement la faculté germinative du blé, surtout quand on opère avec les concentrations que nous recommandons.

J'ajoute que nous nous limitons volontairement à ce simple cas particulier, ne voulant pas discuter ici les conclusions relatives à l'action du formol et de la bouillie bordelaise à 2 p. 100 de SO^4Cu sur la germination du blé, conclusions au sujet desquelles il y aurait bien des réserves à faire.

Mais ces résultats sur la faculté germinative des blés n'impliquent pas que le produit en question n'ait *pas une action* sur l'évolution ultérieure de la plante; cette action est manifeste et exige dans l'emploi du Sulfate de quinoléine des précautions particulières.

Je conseille dans la pratique courante une proportion variant de 50 à 100 grammes par quintal de blé pour le poudrage, soit 0,05 à 0,1 p. 100 du

[1] Je remercie M. MONCHOT, préparateur, à l'I. N. A., pour le concours qu'il m'a apporté dans ces essais.

poids de la semence et, pour les solutions, l'emploi de concentrations de l'ordre de 1/20.000e. Ces proportions sont bien inférieures à celles utilisées dans les essais précédents et cela, non pas à cause de l'action du produit sur la faculté germinative, mais à cause de l'action sur le développement ultérieur du blé, comme nous allons le montrer.

Influence sur les premières phases du développement du blé.

Il est en effet un point sur lequel nos recherches sont actuellement orientées et que nous pouvons dès maintenant signaler tout en ne pouvant apporter encore tous les éclaircissements que nous aurions souhaité.

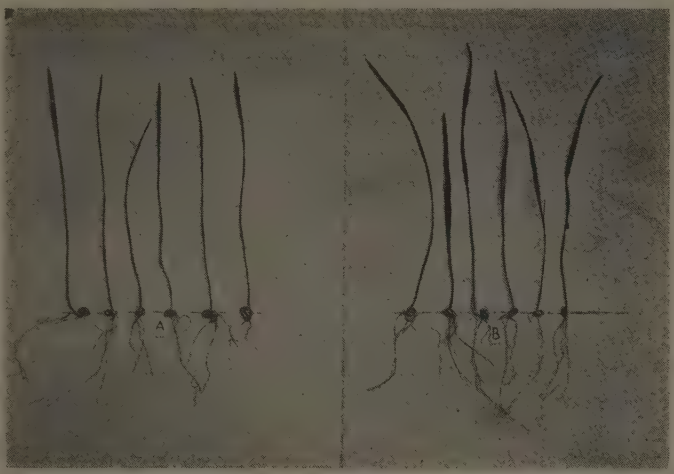


Fig. 1. — Blé Moyencourt semé le 2 novembre 1934, état le 15 janvier 1935.
A. Blé sans traitement.
B. Blé semé après poudrage avec S. de Quinoléine.

Le Sulfate neutre d'Ortho-Oxyquinoléine, employé à *dose convenable,* détermine une poussée végétative très sensible. Notre attention a été appelée sur ce point lors de nos premiers essais sur le blé dès 1934, à la suite d'un poudrage pratiqué sur la semence. Cet essai effectué à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon, était particulièrement surveillé par M. Viennot-Bourgin qui veut bien nous apporter un concours dont je suis heureux de le remercier.

Du blé var. Moyencourt a été divisé en deux lots, l'un (A) réservé comme témoin, l'autre (B) poudré à raison de 50 grammes de Sulfate neutre de Quinoléine par quintal. Les semis effectués le 2 novembre 1934 présentaient à la date du 15 janvier 1935 un aspect très différent dans l'une et l'autre des parcelles. La parcelle B était plus développée que A, les feuilles plus vertes et plus larges avec apparition de la 2e feuille et l'appareil radiculaire plus développé. Cette

première observation demandait à être vérifiée et précisée : dans ce but, nous avons fait germer du blé dans de l'eau pure et dans des solutions très étendues de Sulfate neutre d'Ortho-Oxyquinoléine.

Les résultats ont été les suivants (fig. 2) :

A. *Blé dans solution au 1/50.000e :* retard accentué sur le témoin.

B. *Blé dans solution au 1/100.000e :* état analogue au témoin ou léger retard au début, se rattrapant dans la suite.

C. *Blé dans solution au 1/250.000e :* avance sensible sur le témoin, manifeste dès le 9e jour de germination.

D. *Blé dans solution au 1/500.000e :* avance sensible sur le témoin, manifeste sur l'appareil radiculaire et sur l'appareil aérien dès le 9e jour et très accentué le 16e jour, avec longueur double environ pour chacun de ces appareils par rapport au témoin.

E. *Blé témoin dans l'eau pure.*

Cette observation met donc en évidence l'influence favorable exercée par ce produit employé à *dose convenable* et justifie l'observation faite précédemment.

Il est à remarquer qu'il y a une différence fondamentale entre le cas de blé germant dans une solution contenant une dose déterminée de produit et le cas de blé traité soit par poudrage, soit par immersion et mis ensuite en germination dans le sol. Dans ce dernier cas, la quantité infinitésimale de produit emportée par le grain se trouve entraînée en dissolution par l'humidité du sol et plonge en quelque sorte la jeune plante dans un milieu contenant une faible proportion de produit; et cette action ne se fait pas brutalement, mais en un temps assez long, par suite d'une véritable fixation, malgré sa solubilité, du produit sur le grain. Il se passe quelque chose d'analogue à ce que nous avons constaté lors d'un mélange de Sulfate de quinoléine avec une matière inerte et insoluble telle que du talc : un mélange talc + Sulfate de quinoléine, mis dans un vase à épuisement et sur lequel on verse de l'eau pour entraîner la partie soluble, n'entraîne pas la totalité de celle-ci en un seul passage d'eau, mais à peine la moitié. Une certaine proportion de Sulfate de quinoléine reste retenue sur le talc et ne se trouve libérée que progressivement par des lavages successifs; nous aurions un résultat analogue en employant, au lieu de talc, de la poussière de charbon ou du noir de fumée. Il en est de même avec le grain imprégné de substance, de telle sorte qu'il y a pendant un temps assez long, au voisinage du grain, une zone de dissolution très faible du produit susceptible de provoquer les phénomènes que nous avons caractérisés sur la végétation.

Sans entrer dans le détail, nous avions déjà signalé cette influence du Sulfate neutre d'Ortho-Oxyquinoléine sur la végétation dans nos communications antérieures [1] et M. Foëx ne s'en est pas rendu compte quand il dit « qu'il est impru-

[1] *C. R. Ac. d'Agr.*, n° 23, 16 octobre 1935 et *Société Nationale d'Encouragement à l'Agr*, novembre-décembre 1934.

dent de dépasser une concentration de 1 p. 1000 » et qu'il ajoute, sans avoir été frappé de la contradiction de cette assertion avec quelques-uns des chiffres qu'il donne lui-même dans son tableau « que même à ce titre, le Sulfate neutre d'Ortho-

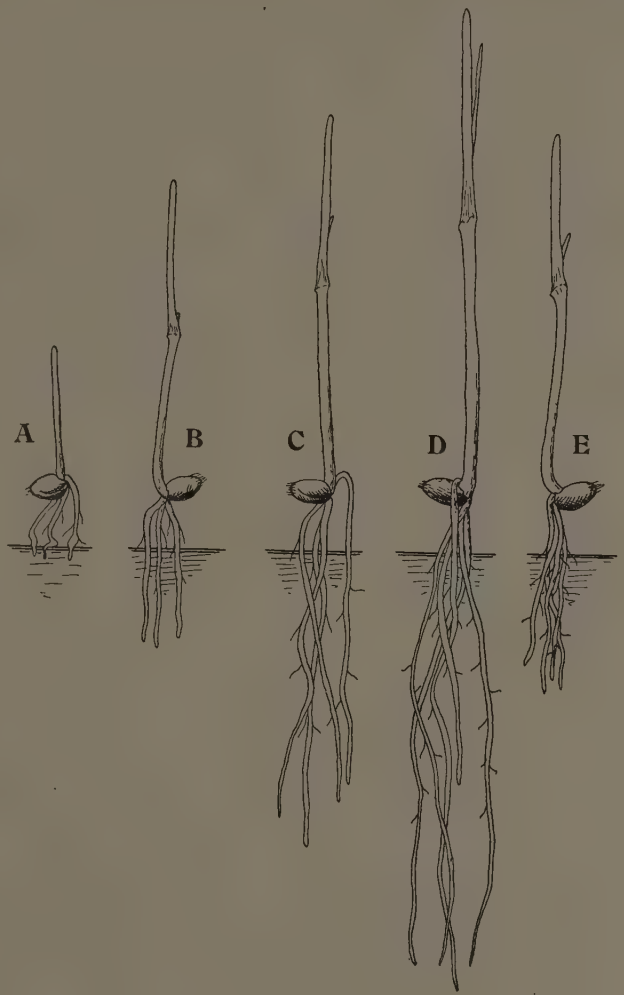


Fig. 2. — Influence sur la germinatio (voir p 338).

Oxyquinoléine affecte la faculté germinative dans une mesure variable suivant l'état du grain, la nature du sol et sans doute la température ».

J'ajoute que cette action, que je signale sur l'évolution des blés, n'est pas un cas particulier à cette plante; j'ai constaté une action de même ordre lors de travaux récents effectués sur une maladie des œillets [1] et je l'ai rencontrée dans

[1] Fusariose des Œillets. — *R. de Path. végétale et Entomologie*, t. XXIII, 1936.

de nombreux autres cas dont j'aurai à parler prochainement. Elle se manifeste également sur certaines bactéries du sol et nous l'avons étudiée sur les azotobacters en montrant tout l'intérêt qui peut en résulter[1].

D'ailleurs, cette action n'est pas spécifique et des phénomènes du même genre ont déjà été constatés par l'emploi de divers autres produits, mais ce qui, à notre avis, en fait l'intérêt dans le cas particulier que nous étudions, c'est qu'il est établi que les doses la provoquant sont en même temps des doses entravant complètement l'évolution de certains parasites des plantes.

Nous aurons prochainement à revenir sur ces questions au sujet desquelles nous nous bornons à ces quelques indications, nous faisant un devoir de ne publier un résultat qu'après un contrôle rigoureux et de nombreuses vérifications.

Il nous a paru indispensable d'apporter ici ces précisions qui modifient sensiblement les conclusions que l'on serait amené à tirer des travaux publiés par M. Foëx. Comme le dit très justement cet auteur, les expériences sur ces questions sont longues et absorbantes. Nous nous en rendons particulièrement compte, n'ayant pas la possibilité de consacrer notre activité uniquement à nos recherches et ne pouvant réserver à celles-ci que le temps que nous laisse disponible un service d'enseignement et de laboratoire très chargé.

[1] Fron et Monchot. — *C. R. Ac. des Sc.*, 28 janvier 1935.

CONTRIBUTION

À L'ÉTUDE DES MALADIES À ULTRAVIRUS DES INSECTES

(DEUXIÈME MÉMOIRE)

par A. Paillot,

Directeur de la Station de Zoologie agricole du Sud-Est, à St-Genis-Laval (Rhône),
Correspondant de l'Académie d'agriculture.

L'étude des maladies dites à ultravirus ou à virus filtrant, constitue un chapitre important de la Pathologie. Leur contagiosité est en général très grande et elles peuvent être la cause de graves épidémies chez l'Homme et les animaux domestiques. Chez les Insectes, elles jouent un rôle beaucoup plus important qu'on ne le suppose généralement. Dans un premier mémoire publié en 1926 dans les *Annales de l'Institut Pasteur* (11), j'ai étudié quatre maladies à ultravirus, dont deux chez le Ver à soie : la grasserie et les dysenteries infectieuses (gattine et flacherie vraie ou flacherie de Pasteur) et deux chez les chenilles de *Pieris brassicae*. J'ai attiré l'attention sur l'importance économique de ces affections qui dépasse de beaucoup celle des maladies microbiennes ou non parasitaires. Ainsi la maladie à inclusions des chenilles de Piérides peut arriver, certaines années, à détruire plus de chenilles que certains auxiliaires Hyménoptères très communs comme *Apanteles glomeratus* par exemple. L'étude systématique des maladies à ultravirus des Insectes offre donc un très grand intérêt, non seulement au point de vue purement agronomique, mais également au point de vue de la Pathologie en général. Elle peut en effet contribuer, dans une mesure importante, à élucider le problème encore obscur de la pathogénie des maladies à ultravirus en général. Comme le dit très justement Haudduroy (4) dans son ouvrage sur les ultravirus, « les documents concernant les réactions cellulaires vis-à-vis de l'infection par les ultravirus sont innombrables. Il s'agit d'un véritable chaos de faits, d'hypothèses, d'affirmations, de négations au milieu desquels on a peine à se reconnaître et qu'il est pratiquement impossible de trier ».

Comment définir les maladies à ultravirus et les différencier des infections microbiennes en général ? La filtration à travers la paroi des ultrafiltres en collodion ou à travers bougies de porcelaine ne constitue pas un criterium suffisant, certains bacilles filtrant aussi bien que les ultravirus. L'invisibilité aux plus forts grossissements du microscope est un critérium plus sûr; cependant, certains ultravirus, parmi ceux que j'ai étudiés, sont parfaitement visibles, aussi bien *in vivo* que sur frottis après coloration. Certaines méthodes de coloration donnent d'ailleurs la possibilité de mettre en évidence des éléments virulents qui, normalement, échappent aux investigations microscopiques. Ainsi Borrel appliquant la méthode de coloration des cils des bactéries de Loeffler (mordançage suivi de coloration par la fuchsine de Ziehl à chaud) dit avoir mis en évidence sur frottis les parasites du *molluscum contagiosum*, de la vaccine. Les propriétés physiologiques

des ultravirus permettent de les différencier plus sûrement des bactéries : comme le dit Haudduroy, ce sont avant tout des parasites de cellules vivantes; ils présentent d'autre part une affinité très marquée pour certains tissus; cette affinité varie d'ailleurs suivant les parasites eux-mêmes; enfin ce sont des parasites rigoureusement spécifiques alors que les bactéries peuvent infecter un grand nombre d'espèces différentes. Les ultravirus partagent il est vrai ces différentes propriétés avec les Sporozoaires et les *Rickettsia;* mais ces parasites endocellulaires ne provoquent pas de lésions cellulaires comparables à celles qui caractérisent les maladies à ultravirus. Ce sont ces lésions, et plus spécialement les lésions nucléaires, qui définissent encore le mieux les maladies à ultravirus. Les inclusions nucléaires (corpuscules polyédriques des maladies dites à polyèdres) ou cytoplasmiques caractérisent également un grand nombre d'entre elles.

Dans le cas des maladies à ultravirus des végétaux (mosaïques par exemple) le noyau est à peine altéré, mais on observe des modifications très importantes au niveau de la couche cytoplasmique et plus spécialement au niveau des plastes et du chondriome. Comme dans les maladies que j'ai étudiées chez les Insectes, les chondriosomes se fragmentent en grains; enfin des inclusions diverses apparaissent.

On ne connaît encore qu'un très petit nombre de maladies à ultravirus chez les Insectes; parmi celles-ci, les mieux étudiées sont les maladies dites à polyèdres ou polyédries, caractérisées par la destruction du noyau des cellules de certains tissus et leur transformation en une masse de corpuscules réfringents présentant l'aspect de cristalloïdes de forme généralement polyédrique. Un certain nombre d'auteurs ne considèrent pas ces maladies comme des affections de nature parasitaire. Elles sont cependant très contagieuses et peuvent être la cause d'épidémies très graves. Parmi les mieux connues, on peut citer : la grasserie du Ver à soie, la *Wilt disease* des chenilles de *Porthetria dispar,* la *Polyederkrankheit* des chenilles de Nonne (*Lymantria monacha*). Le *Sacbrood* du couvain d'Abeilles est considéré comme une maladie à virus filtrant par White (20); cependant ses caractères anatomo-pathologiques diffèrent essentiellement de ceux des maladies à ultravirus déjà connues; elle est d'ailleurs relativement bénigne et disparaît souvent d'elle-même sans traitement particulier; d'autre part, White qui en a fait une étude très approfondie, ne signale pas l'existence de lésions cellulaires particulières. Quelques auteurs, en particulier : Pospelov et Nello Mori ont émis l'opinion que les ultravirus représentaient la forme filtrante de parasites microscopiques appartenant soit au groupe des bactéries, soit à celui des champignons. Acqua, qui a étudié plus spécialement la grasserie du Ver à soie, considère cette maladie et les maladies à virus filtrant en général, comme le résultat de troubles métaboliques.

Outre les quatre maladies à ultravirus que j'ai fait connaître antérieurement, quatre nouveaux types ont été découverts depuis 1935, dont trois chez les chenilles d'*Euxoa segetum,* et une chez celles de *Vanessa urticae.* L'étude étiologique, anatomo-pathologique et épidémiologique de ces différentes maladies fera l'objet du présent mémoire.

PSEUDO-GRASSERIE 1 DES CHENILLES D'*EUXOA SEGETUM*.

Cette maladie a été observée pour la première fois, en 1934, à Pierre-Bénite, centre important de culture maraîchère dans la banlieue sud de Lyon (15). Les chenilles malades, rencontrées tout d'abord en très petit nombre, se distinguent à première vue des autres par la teinte blanchâtre du corps, surtout dans la région ventrale. En ouvrant la paroi du corps, on est tout de suite frappé par la teinte blanc-porcelainé du corps adipeux. Chez les chenilles normales de grosseur moyenne, le corps adipeux est formé de bandes minces de couleur claire et plus ou moins translucide; chez les chenilles malades au contraire, les bandes de tissu adipeux sont sensiblement plus épaisses et perdent leur translucidité. Le sang est plus ou moins trouble; à l'examen microscopique ordinaire et avec un éclairage approprié, on distingue assez nettement la présence de petits granules en forme de *cocci* animés de mouvements browniens; ces granules sont beaucoup plus faciles à observer sur fond noir. Contrairement à ce qui se passe lorsqu'on a affaire à des bactéries vraies, les contours des *pseudo-cocci* ne sont pas apparents; la masse granulaire est uniformément brillante.

Si on examine au microscope un fragment de tissu adipeux de chenille malade et qu'on écrase légèrement ce fragment entre lame et lamelle, on distingue très nettement les granules passant de l'intérieur des cellules dans le liquide environnant. Les grains cocciformes qui remplissent ainsi les cellules du corps adipeux représentent les éléments parasitaires eux-mêmes. Ils peuvent être facilement mis en évidence sur frottis : il suffit de prélever un fragment de tissu adipeux malade avec une pince fine, de l'appliquer plusieurs fois, légèrement, à la surface d'une lame de verre propre, de fixer, après dessication, avec alcool à 95° et de colorer avec la fuchsine de Ziehl à chaud; les grains colorés en rouge faible mesurent de 0,2 à 0,3 μ de diamètre. La coloration de choix est celle de Fontana-Tribondeau employée couramment pour la mise en évidence des Spirochètes. Les éléments parasitaires apparaissent fortement colorés sur leur pourtour; leur diamètre apparent, du fait du mordançage et de l'imprégnation argentique, est sensiblement plus grand que le diamètre réel. La coloration de frottis de sang par la méthode de Giemsa ne permet pas de mettre en évidence les granules. Les cellules sanguines ne présentent aucun signe visible d'altération.

Étude des lésions cellulaires et tissulaires. — L'étude anatomo-pathologique des chenilles atteintes de pseudo-grasserie 1 a été faite sur coupes colorées après fixation dans des mélanges divers. Celui de Helly (Zenker sans acide acétique) donne d'excellents résultats; il conserve très bien l'architecture cellulaire et permet, dans certains cas, d'obtenir une assez bonne coloration du chondriome avec l'hématoxyline ferrique. Le mélange de Duboscq-Brasil (Bouin à l'alcool) conserve moins bien l'architecture cellulaire que le mélange précédent, mais il permet d'obtenir une bonne coloration des éléments parasitaires à l'intérieur des cellules. Le formol salé (formol à 10 p. 100 dans l'eau physiologique à 6 p. 100

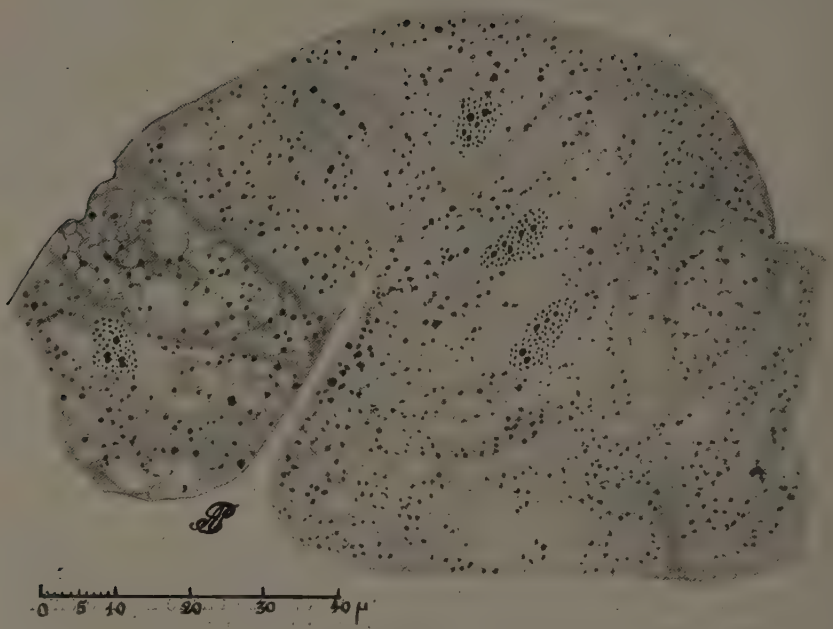


Fig. 1. — Coupe à travers une bande de corps adipeux d'une chenille d'*E. segetum* normale en repos hivernal; fixation : formol salé; chromisation; coloration de Kull.

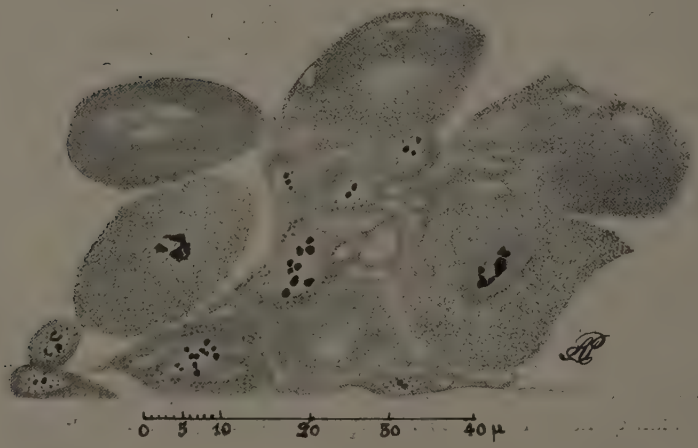


Fig. 2. — Coupe dans le corps adipeux d'une chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 1; fixation : Duboscq-Brasil; coloration à l'hématoxyline ferrique.

de chlorure de sodium) est un des meilleurs fixateurs que l'on puisse employer; il joue aussi le rôle de milieu conservateur, de sorte que les pièces peuvent y séjourner indéfiniment sans inconvénient pour les affinités tinctoriales des tissus et la structure histologique et cytologique. Après quinze jours au moins de fixation, les pièces sont chromisées pendant trois à quatre semaines dans une solution

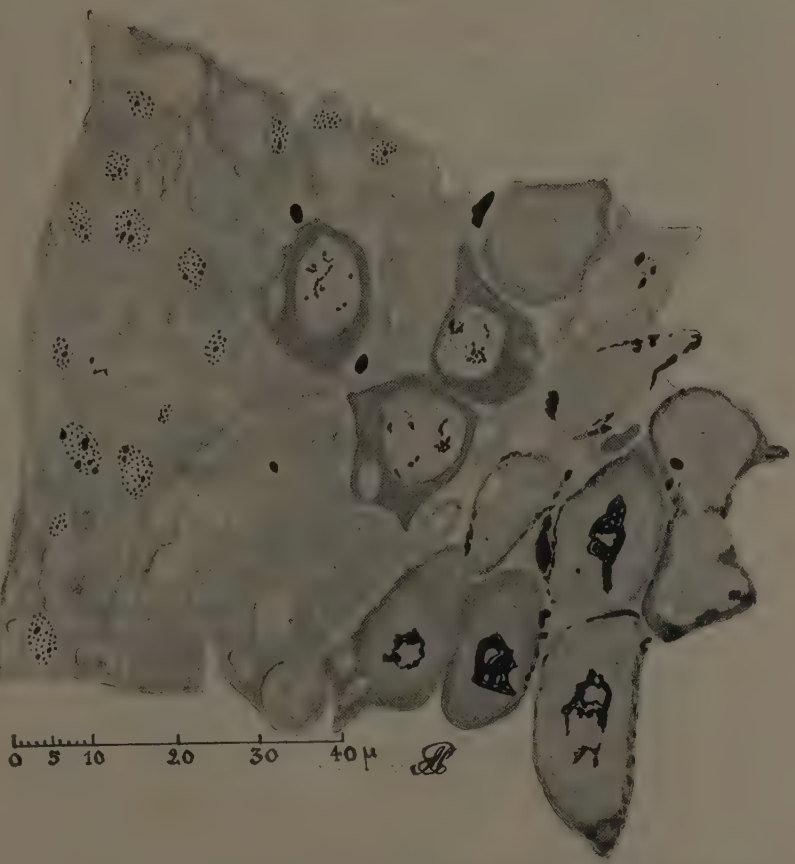


Fig. 3. — Coupe dans le corps adipeux d'une chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 1; fixation : Helly; coloration : hématoxyline ferrique.

de bichromate de potasse à 3 p. 100. La coloration de Kull, après ces différentes opérations, est celle qui m'a donné les meilleurs résultats; elle permet d'obtenir à la fois une bonne coloration du noyau et des éléments du cytoplasme, en particulier, du chondriome. Sur certaines coupes colorées par cette méthode, j'ai même réussi à mettre en évidence les éléments parasitaires à l'intérieur des cellules; ces éléments se colorent faiblement en rose; mais dans la plupart des cas, la masse parasitaire se colore d'une manière homogène.

Le biotropisme de l'ultravirus ne se manifeste que pour les cellules adipeuses. L'infection se propage de cellule à cellule mais beaucoup plus lentement que dans le cas des maladies à polyèdres. Il faut tenir compte, il est vrai, du fait que mes observations ont été faites surtout à une époque où la température moyenne est peu élevée (de septembre à la fin du mois de décembre); cependant, je n'ai pas constaté de différence très marquée dans la marche des processus morbides chez les chenilles récoltées en septembre, c'est-à-dire à un moment où la température était encore voisine de 15° C., et celles récoltées en décembre.

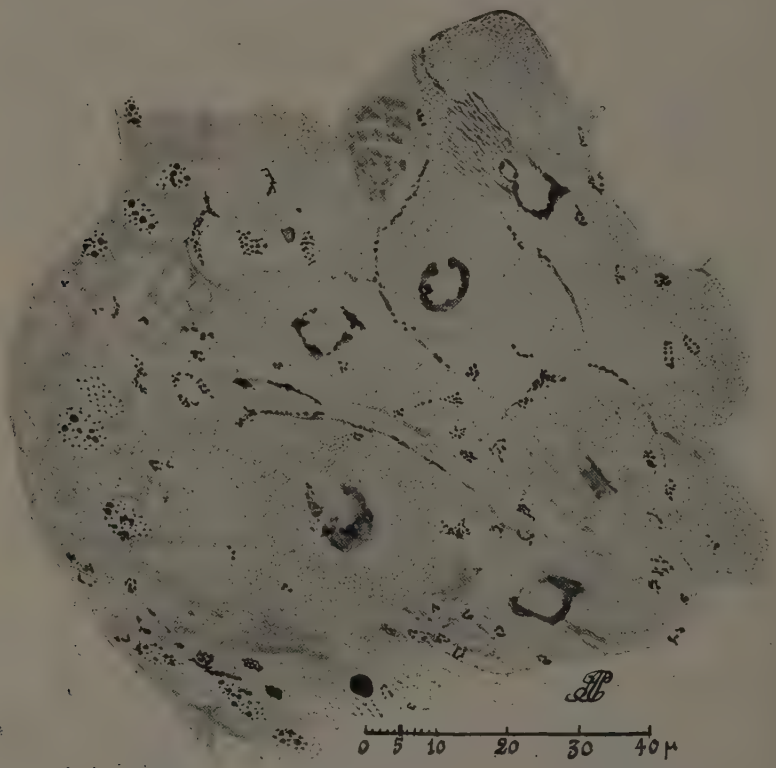


Fig. 4. — Coupe à travers le corps adipeux d'une chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 1; fixation : formol salé; coloration de Kull.

Il est assez difficile de suivre sur coupes colorées le mécanisme des processus infectieux en raison de la difficulté que l'on éprouve à mettre en évidence les éléments parasitaires à l'intérieur des tissus. Toutefois, sur coupes colorées à l'hématoxyline ferrique après fixation au Duboscq-Brasil, il est possible, dans certains cas particulièrement favorables, de se rendre compte de la manière dont les parasites envahissent les cellules : les éléments cocciformes se multiplient d'abord dans la couche cytoplasmique; sous l'influence parasitaire, le noyau s'hypertrophie; la chromatine perd son aspect granuleux et tend à se prendre en

masse vers le centre du noyau. Au terme des processus infectieux, la cellule adipeuse se présente comme une masse de structure homogène ou finement granuleuse suivant le fixateur employé, teintée en gris foncé par l'hématoxyline et à l'intérieur de laquelle on distingue la chromatine résiduaire colorée en noir et disposée souvent en forme de couronne ouverte. Dans un certain nombre de cellules parasitées, on observe des traînées claires non occupées par le parasite (fig. 4).

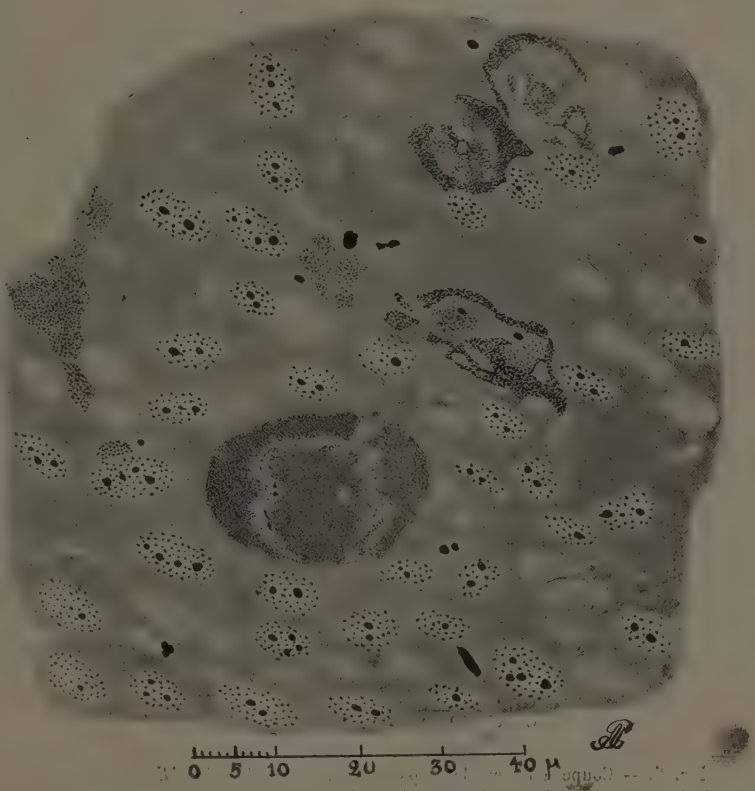


Fig. 5. — Tissu adipeux de néo-formation avec îlots de parasites, chez une chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 1, récoltée fin septembre; fixée au Helly le 23 octobre; coloration : hématoxyline ferrique.

Le chondriome qui, normalement, est constitué par des filaments plus ou moins allongés disposés dans les travées cytoplasmiques et les couches périnucléaire et péricellulaire, tend à se fragmenter comme chez le Ver à soie en état de grasserie; la fragmentation est cependant loin d'être aussi générale que dans cette dernière maladie. Les grains mitochondriaux ont tendance à s'agglomérer pour former des masses muriformes à l'intérieur des cellules parasitées; masses et grains isolés sont ensuite rejetés à la périphérie.

Réactions de l'hôte à l'infection. — Chez la plupart des chenilles atteintes de pseudo-grasserie 1, j'ai constaté que les bandes de tissu adipeux étaient plus épaisses et plus riches en cellules que celles des chenilles normales. L'infection ultramicrobienne provoque en effet une véritable prolifération cellulaire au niveau du tissu adipeux; cette prolifération peut être observée sur des chenilles en voie d'infection ou même déjà très infectées. Les cellules adipeuses non infectées qui participent à la réaction prennent les caractères de cellules jeunes et se multiplient activement par mitose. Une véritable reconstitution du tissu adipeux peut

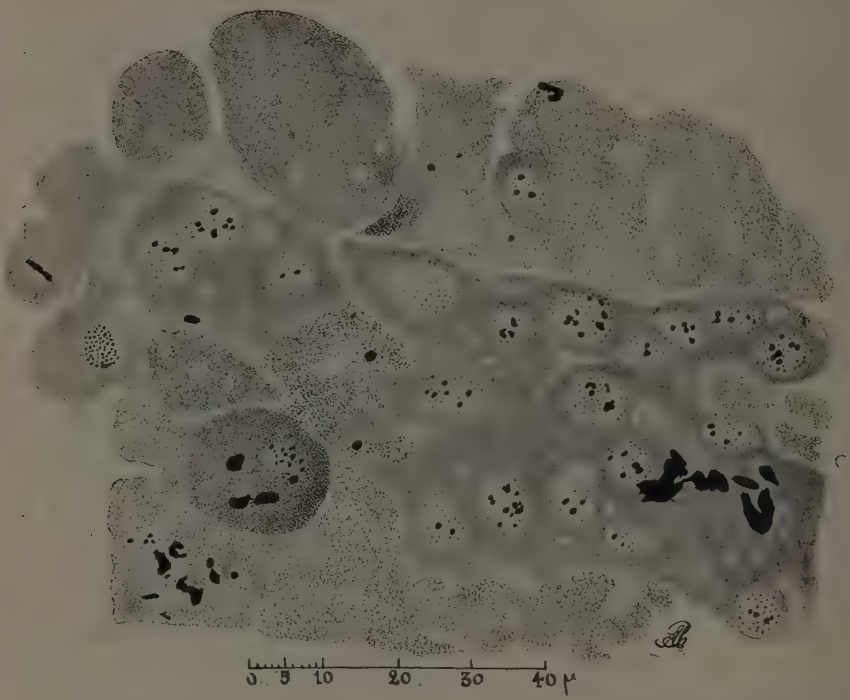


Fig. 6. — Coupe à travers le corps adipeux d'une chenille d'*E. segetum* atteinte, depuis plusieurs semaines, de pseudo-grasserie 1, tissu adipeux de néo-formation et amas parasitaires.

en résulter ainsi que j'ai pu le constater chez une chenille infectée mise en observation pendant trois semaines.

La figure 5 représente une portion de corps adipeux où les noyaux sont très nombreux mais ne paraissent plus se multiplier. Dans la figure 7 au contraire, on distingue trois noyaux en voie de mitose. La prolifération cellulaire est encore plus marquée dans le deuxième type de pseudo-grasserie qui sera étudié ci-après.

Un autre type de réaction cellulaire, en relation vraisemblablement avec la précédente réaction, peut être fréquemment observé au niveau du tissu adipeux :

c'est la formation de nodules folliculeux en des points variables du corps adipeux. A première vue, cette réaction rappelle la formation des follicules qui caractérisent l'évolution de certaines maladies infectieuses de Mammifères, à marche lente, la tuberculose en particulier. Le centre du follicule tuberculeux est occupé par une cellule géante avec nombreux noyaux périphériques; de grandes cellules épithélioïdes à noyau vésiculeux entourent cette cellule géante; la région périphérique du follicule est occupée par des cellules lymphoïdes de type embryonnaire tassées

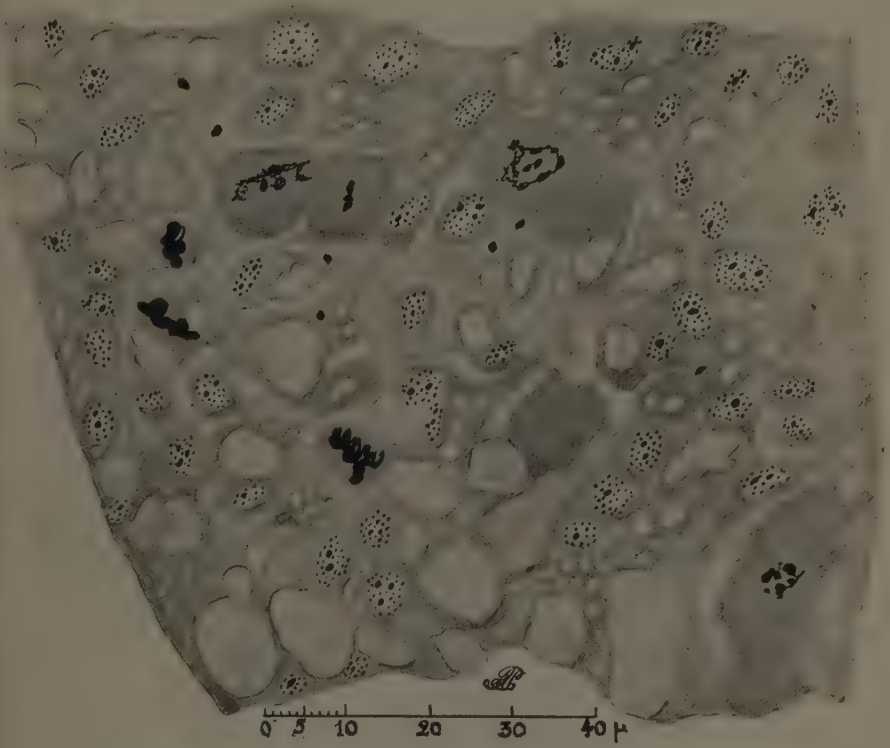


Fig. 7. — Tissu adipeux de chenille d'*E. segetum* infectée, avec noyaux en mitose anormale; fixation : Helly; coloration : hématoxyline ferrique.

les unes contre les autres. Les vieux auteurs pensaient que les cellules épithélioïdes dérivaient de cellules fixes du tissu envahi, conjonctives ou endothéliales. D'après Koch et Metchnikoff, elles auraient au contraire pour origine des cellules migratrices ou macrophages; d'après Borrel la cellule géante ou cellule de Langhans résulterait de la fusion de leucocytes mononucléaires. Pour Hollande au contraire (5) «l'histogénèse du follicule tuberculeux s'effectue aux dépens d'une seule sorte de cellule : la cellule embryonnaire. Celle-ci n'est qu'une cellule lymphatique diapédésée qui se transformera successivement en plasmocyte, en cellule épithélioïde et finalement en cellule géante. Cette transformation est le résultat

des processus morbides que subissent les cellules sous l'influence des toxines microbiennes et de l'endoparasitisme du virus tuberculeux».

La structure des nodules folliculeux qui prennent naissance dans le tissu adipeux des chenilles d'*Euxoa segetum* malades diffère essentiellement de celle des follicules tuberculeux. Le centre est occupé par des cellules parasitées et par des cellules jeunes de néoformation; la couche corticale est formée de cellules adi-

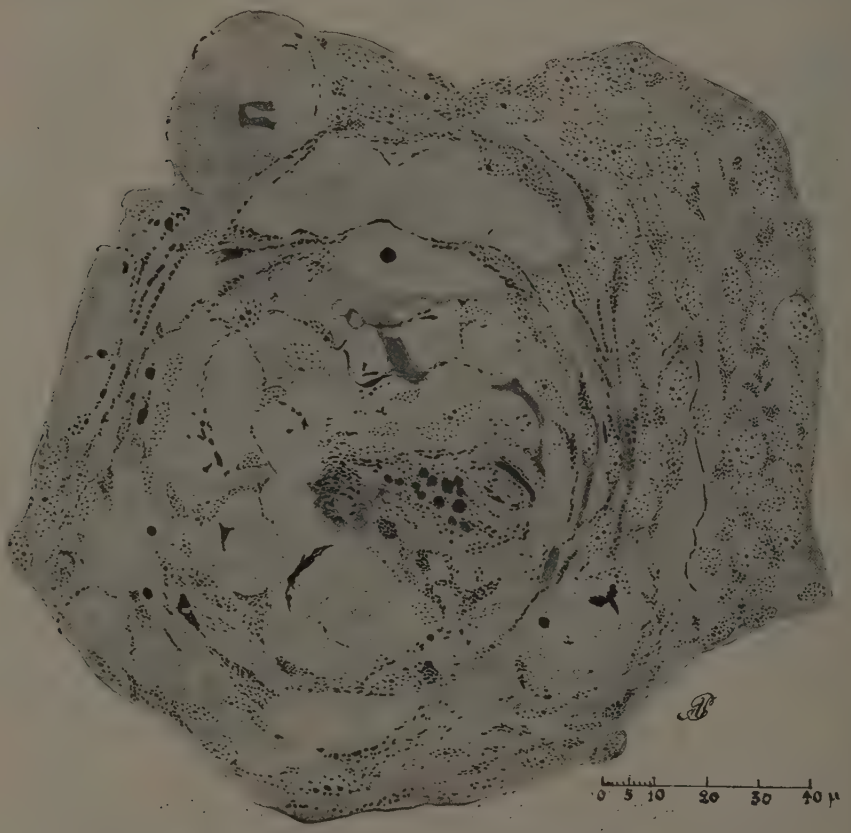


Fig. 8. — Nodule folliculeux dans le corps adipeux d'une chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 1; fixation : formol salé; coloration de Kull.

peuses étirées de type jeune; l'aspect rappelle celui des cellules conjonctives et des fibroplastes qui infiltrent la zone périphérique du follicule tuberculeux.

Doit-on considérer les nodules folliculeux comme une réaction active de défense de l'organisme contre l'infection ultramicrobienne ? Rien ne permet de l'affirmer; la structure des nodules ne diffère pas en effet de celle des tissus environnants; en particulier, la destruction des cellules parasitées n'est pas plus active qu'en dehors du nodule. Il y a là un phénomène en liaison, semble-t-il, avec la prolifération anormale du tissu adipeux non parasité, une sorte de tourbillonnement

cellulaire dont la cause et la signification nous échappent. Les processus qui aboutissent à la formation des nodules sont différents de ceux qui se déroulent dans la cavité générale de chenilles après injection de bacilles divers ou introduction de corps étrangers solides (17).

Épidémiologie de la maladie. — Je n'ai pas réussi jusqu'ici à reproduire expérimentalement la pseudo-grasserie 1 soit par injection de sang de chenille malade dans la cavité générale, soit par ingestion de liquide riche en corpuscules parasitaires. On ne peut donc considérer la maladie comme très contagieuse. Ainsi s'explique que, dans la nature, la proportion des chenilles parasitées ne croît pas sensiblement d'un mois à l'autre. La maladie se propage vraisemblablement d'une génération à l'autre par l'intermédiaire de l'œuf. Elle a été observée surtout à Pierre-Bénite où la proportion des chenilles malades a très sensiblement augmenté d'une année à l'autre et a passé de 4 p. 100 en 1934 à 10 p. 100 en automne 1935. La pseudo-grasserie 1 n'a pas été observée à Saint-Genis-Laval, localité voisine de Pierre-Bénite, ni à Caluire, centre important de culture maraîchère dans la banlieue nord-ouest de Lyon.

PSEUDO-GRASSERIE 2 DES CHENILLES D'*EUXOA SEGETUM*.

Ce nouveau type de maladie à ultravirus a été découvert en octobre 1935 à Saint-Genis-Laval (18). Les chenilles malades sont caractérisées macroscopique-

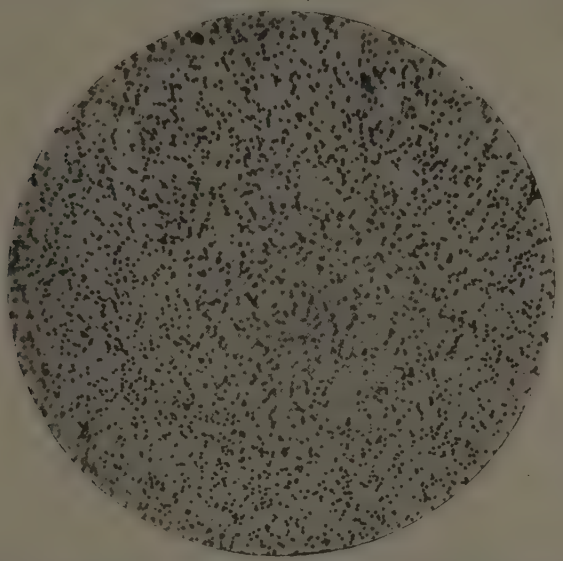


Fig. 9. — Ultravirus de pseudo-grasserie 2, coloré sur frottis d'après la méthode de Fontana-Tribondeau. (Microphotographie.) [Grossissement : 950.]

ment par la teinte blanc-mat de la partie ventrale du corps; elles diffèrent des chenilles atteintes de pseudo-grasserie 1 par l'opacité de la paroi du corps. Le

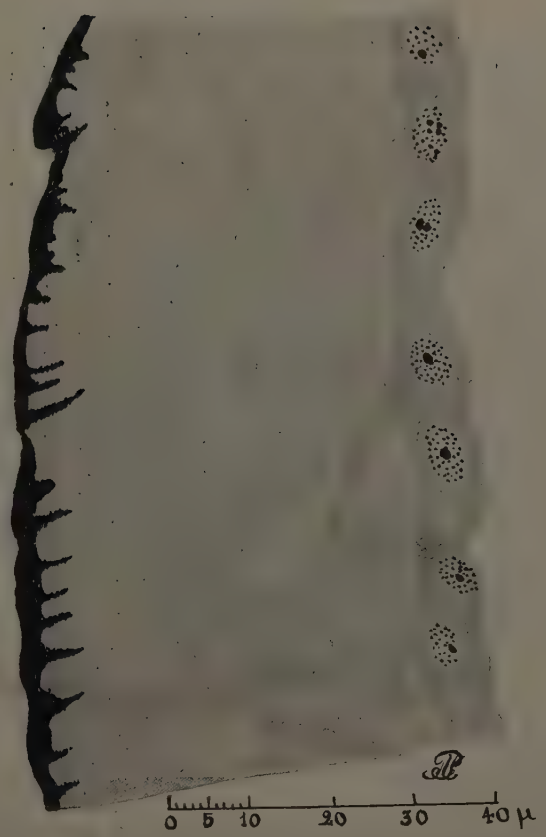


Fig. 10. — Coupe transversale de la peau d'une chenille

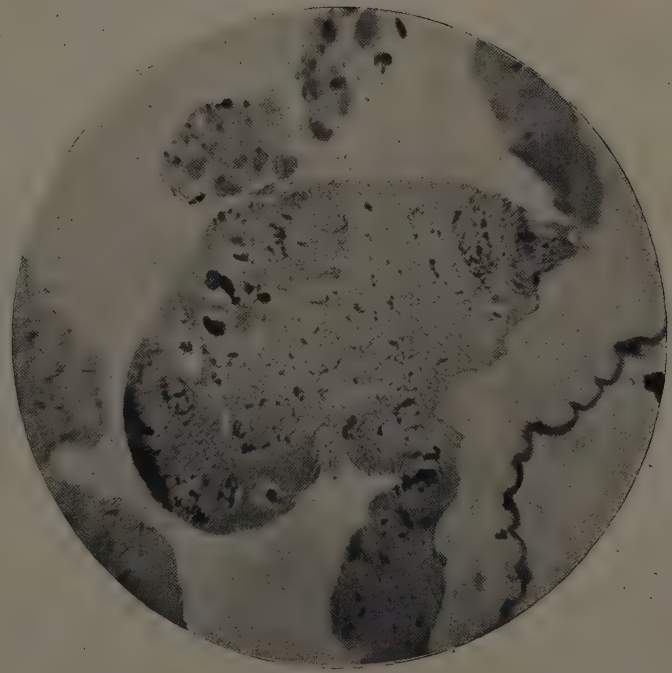


Fig. 11. — Coupe transversale de la peau d'une chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 2 ; hypoderme hypertrophié. (Microphotographie.) [Grossissement : 500.]

corps adipeux, très volumineux, est d'un blanc porcelainé. Le sang est plus ou moins trouble, parfois, blanc laiteux lorsque la maladie est au terme de son évolution. Il renferme de nombreux granules visibles aux forts grossissements du microscope et d'aspect identique à celui des éléments parasitaires de la pseudo-grasserie 1. Ils sont colorables sur frottis par la fuchsine de Ziehl à chaud et par le Fontana-Tribondeau. La microphotographie de la figure 9 représente un champ microscopique de frottis coloré par cette dernière méthode.

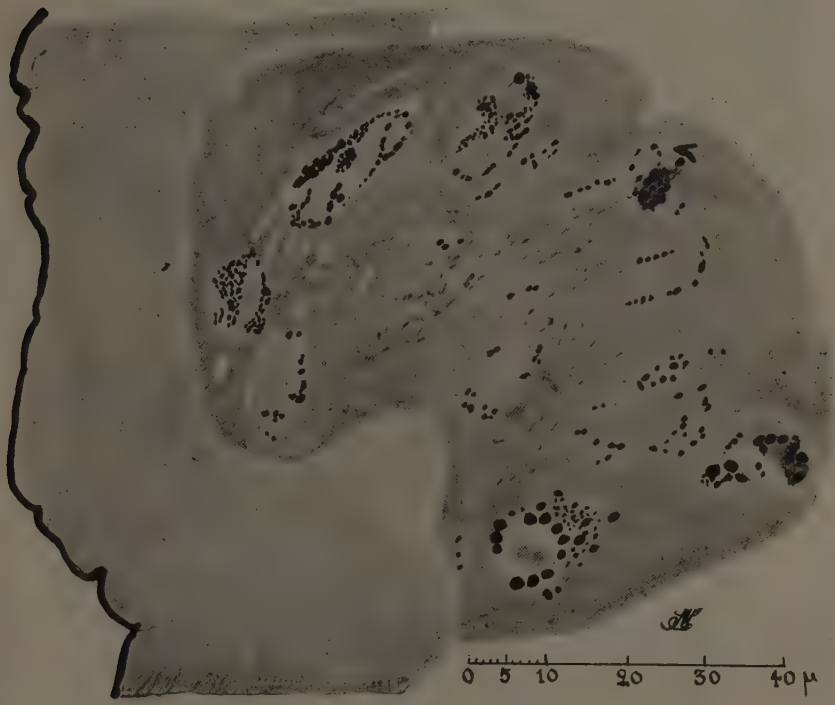


Fig. 12. — Coupe transversale de la peau d'une chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 2, noyaux en pycnose; fixation : Helly; coloration : hématoxyline ferrique.

Lésions cellulaires et tissulaires. — Le virus de la pseudo-grasserie 2 présente de l'affinité, non seulement pour les cellules adipeuses, mais également pour les cellules hypodermiques et trachéales. La couche hypodermique qui, chez les chenilles normales, est formée d'une seule assise de cellules très aplaties recouvertes extérieurement d'une épaisse couche cuticulaire chitineuse, s'épaissit considérablement par suite de l'hypertrophie résultant de la multiplication intracellulaire du parasite. Elle présente de nombreux replis internes qui font largement saillie dans la cavité générale, ainsi qu'on peut s'en rendre compte d'après la microphotographie de la figure 11. La plupart des noyaux sont détruits et se distinguent mal de la couche cytoplasmique environnante. La substance chroma-

tinienne et nucléolaire se présente sous forme d'inclusions sidérophiles de grosseur variable rejetées à la périphérie ou réparties irrégulièrement dans l'intérieur de la masse parasitaire (fig. 12). Les mêmes altérations nucléaires se manifestent dans la couche péritrachéale qui apparaît beaucoup plus épaisse qu'à l'état normal (fig. 14). Certains noyaux sont en état de pycnose.

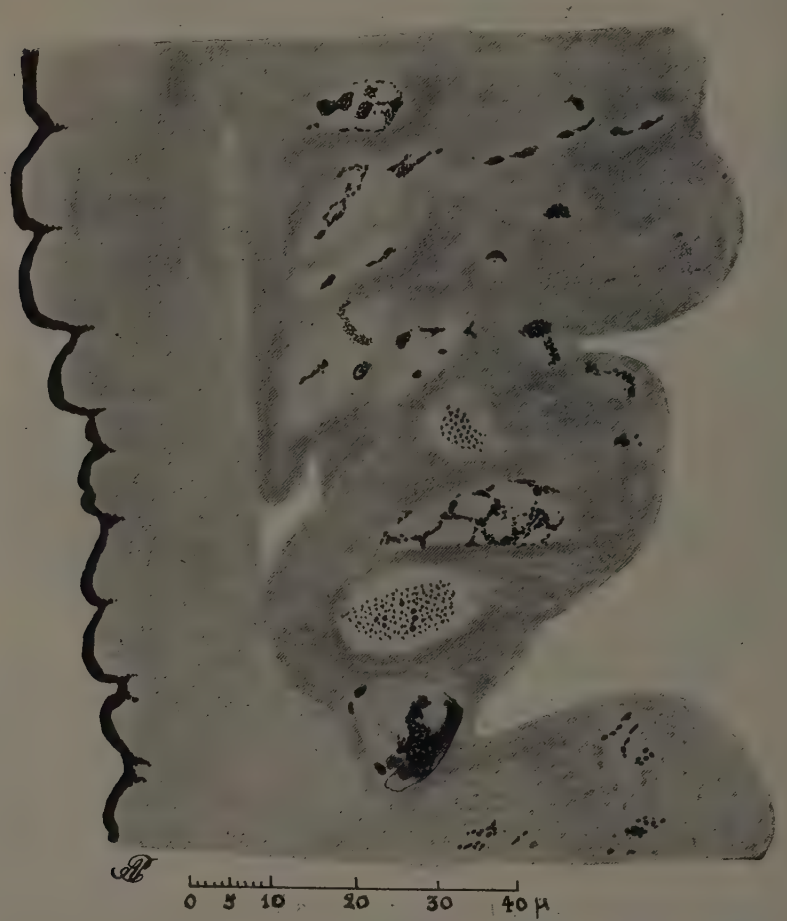


Fig. 13. — Coupe transversale de la peau d'une chenille d'*E. segetum*, atteinte de pseudo-grasserie 2; fixation : Helly; coloration : hématoxyline ferrique.

Les cellules adipeuses parasitées s'hypertrophient et se présentent sous un aspect analogue à celui qui a été décrit chez les chenilles atteintes de pseudo-grasserie 1. La substance chromatinienne et nucléolaire forme généralement une masse disposée en couronne ou croissant à l'intérieur de la masse parasitaire. Les processus d'infection cellulaire diffèrent sensiblement de ceux qui se déroulent dans le corps adipeux des chenilles atteintes de pseudo-grasserie 1.

J'ai représenté dans la figure 16 une portion de tissu adipeux de chenille en voie d'infection. La figure a été dessinée à la chambre claire sur une coupe colorée à l'hématoxyline ferrique après fixation au Duboscq-Brasil. Avec cette méthode et lorsque la coloration est bien réussie, les éléments parasitaires apparaissent très nettement à l'intérieur des cellules. Ils se multiplient surtout à l'intérieur du noyau dont la substance chromatinienne est souvent rejetée à la périphérie, mais également dans la couche cytoplasmique. Dans la figure 17 qui représente une portion de tissu adipeux de chenille atteinte à la fois de pseudo-grasserie 2 et de polyédrie, on observe très nettement l'envahissement de la cellule par la

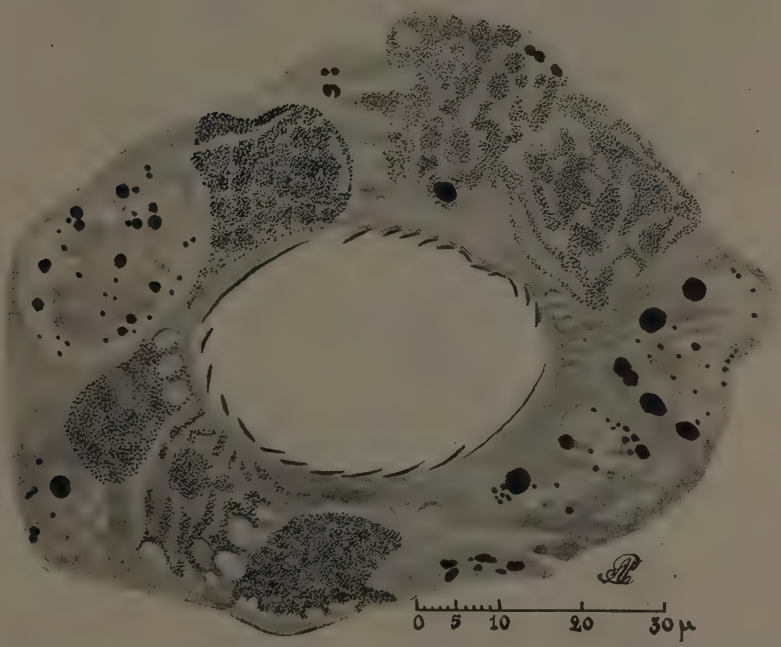


Fig. 14. — Coupe à travers une trachée d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 2 et de polyédrie; éléments parasitaires en amas irréguliers; fixation : Duboscq-Brasil; coloration : hématoxyline ferrique

couche cytoplasmique. Souvent, les parasites se présentent dans la cellule sous forme de petits amas irréguliers, c'est cette disposition qui est particulièrement bien mise en évidence dans la figure 14 représentant la section d'une trachée dont la couche péritrachéale est parasitée à la fois par l'ultravirus de la pseudo-grasserie 2 et celui de la polyédrie.

Les processus infectieux peuvent être étudiés dans de bonnes conditions chez les chenilles infectées expérimentalement. La pseudo-grasserie 2 est en effet transmissible expérimentalement et il est possible de contaminer des chenilles en leur injectant, dans la cavité générale, du sang de chenille malade; l'infection

par la voie intestinale, comme nous le verrons plus loin, ne réussit que dans un petit nombre de cas. Sur une chenille fixée au Helly le 18 octobre 1935, onze jours après l'inoculation d'une goutte de sang de chenille malade, j'ai fait le constatations suivantes : après coloration des coupes avec l'hématoxyline ferrique la chromatine d'un certain nombre de cellules adipeuses perd sa structure caractéristique en grains uniformément répartis dans l'aire nucléaire. Des plages plus

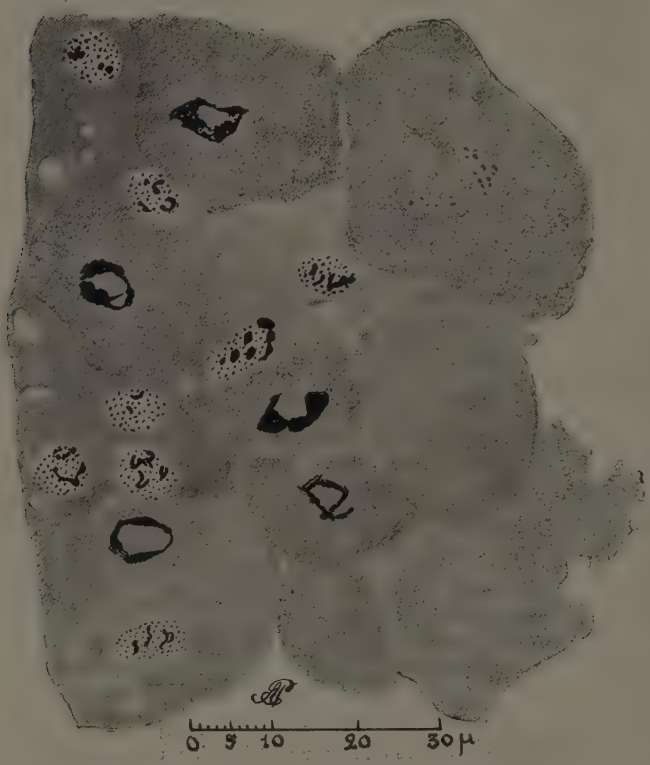


Fig. 15. — Tissu adipeux de chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 2 ; fixation : Helly; coloration : hématoxyline ferrique.

ou moins étendues, colorées en gris pâle par l'hématoxyline, apparaissent à l'intérieur du noyau : ces plages représentent vraisemblablement les masses parasitaires intranucléaires; on sait en effet que la fixation par le Helly ne permet généralement pas de mettre en évidence les éléments parasitaires. On constate en outre la formation de grains de grosseur variable, les plus volumineux se distinguant mal des nucléoles, disposés le plus souvent dans la zone périphérique. La figure 18 qui représente une coupe de tissu adipeux de chenilles infectées *per os* le 5 novembre et fixée le 19 décembre, donne une idée précise de ces alté-

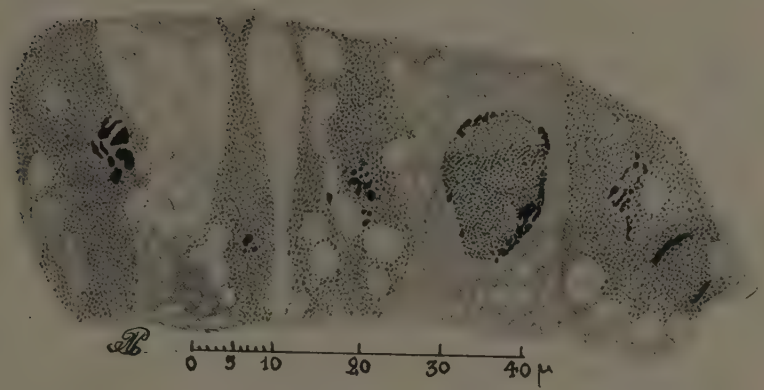


Fig. 16. — Tissu adipeux en voie d'infection chez une chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 2 ; fixation : Duboscq-Brasil ; coloration : hématoxyline ferrique.

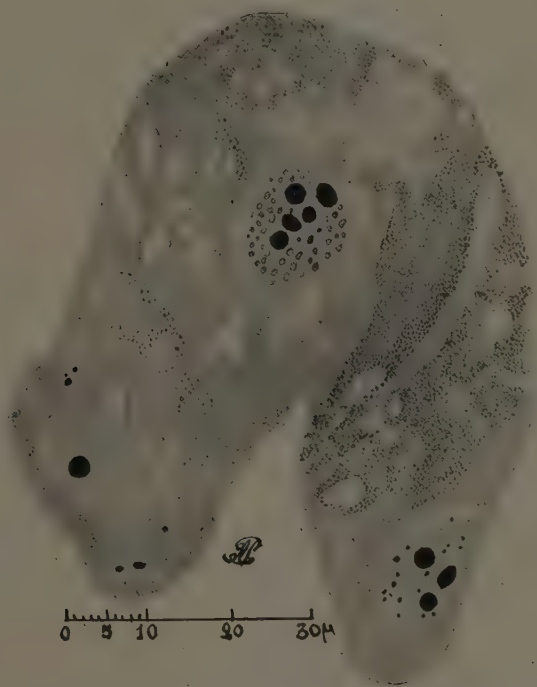


Fig. 17. — Début de l'infection des cellules adipeuses de chenille d'*E. segetum* par ultravirus de pseudo-grasserie 2 ; fixation : Duboscq-Brasil ; coloration : hématoxyline ferrique.

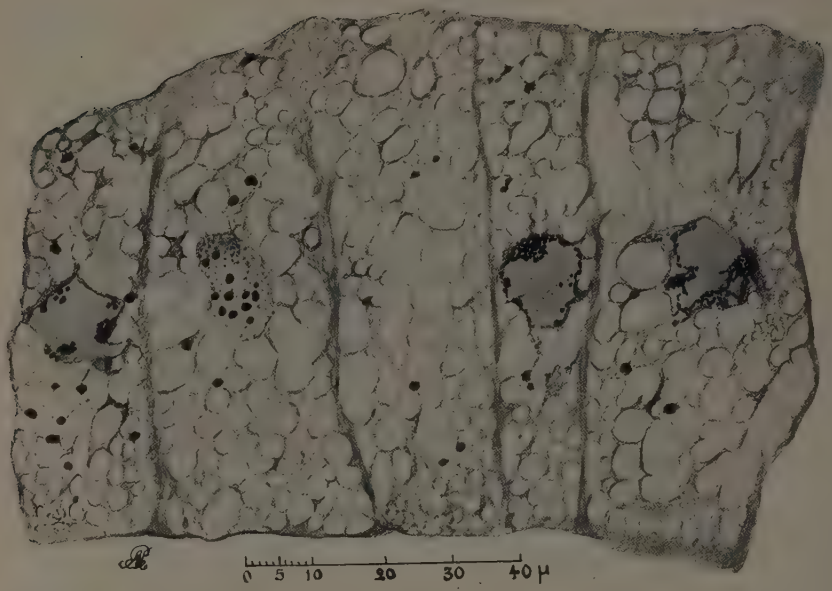


Fig. 18. — Noyaux de cellule adipeuse en voie d'infection chez une chenille d'*E. segetum* infectée *per os* le 5 novembre, fixée le 19 décembre; fixation : Regaud; coloration : hématoxyline ferrique.

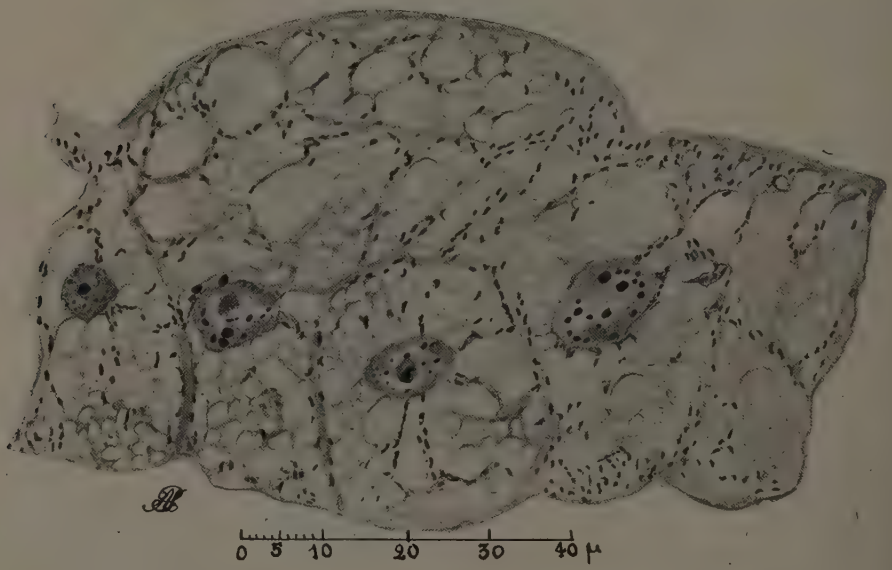


Fig. 19. — Noyaux de cellule adipeuse en voie d'infection chez une chenille d'*E. segetum* infectée *per cutem* le 7 octobre; fixation : Helly, le 18 octobre; coloration : hématoxyline ferrique.

rations nucléaires. La plus grande partie de l'aire nucléaire est occupée par les parasites. Des processus analogues se déroulent dans les cellules hypodermiques et trachéales. Les cellules en voie d'infection sont dispersées indifféremment dans toutes les parties du corps.

Étude des réactions de l'hôte. — Je n'ai pas observé la formation de nodules folliculeux comme chez les chenilles atteintes de pseudo-grasserie 1 ; par contre,

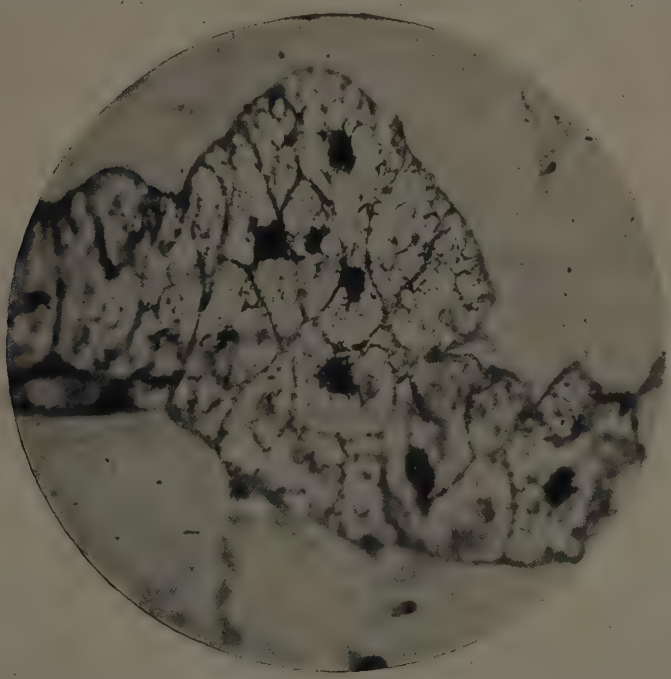


Fig. 20. — Portion de bande de corps adipeux d'une chenille d'*E. segetum* normale. (Microphotographie.)

j'ai constaté, au niveau du tissu adipeux, une prolifération cellulaire très importante qui détermine un changement complet dans la structure histologique de ce tissu.

Normalement, le corps adipeux, très développé chez les chenilles d'*Euxoa segetum*, est formé de bandes minces constituées généralement par une seule assise de grandes cellules dont la couche cytoplasmique est creusée de vacuoles plus ou moins volumineuses occupées par des globules de graisse ; le noyau, de taille minuscule par rapport à la couche cytoplasmique, est à l'état de repos. Chez les chenilles ayant atteint leur grosseur normale et qui sont en état d'hibernation, les cellules sont énormes mais le noyau reste petit ; outre les globules de graisse, la couche cytoplasmique renferme des inclusions sidérophiles et fuchsi-

nophiles qui représentent des substances de réserve (fig. 1). Le chondriome est représenté par des filaments disposés dans les travées cytoplasmiques et le protoplasme périnucléaire et périphérique.

Chez les chenilles malades, le corps adipeux devient plus volumineux et surtout, plus riche en éléments cellulaires. A côté de cellules malades bourrées d'éléments parasitaires, on en rencontre d'autres ayant l'aspect de cellules embryonnaires et dont les limites sont le plus souvent impossibles à distinguer. La figure 21 représente l'aspect du tissu néoformé chez une chenille atteinte de pseudo-

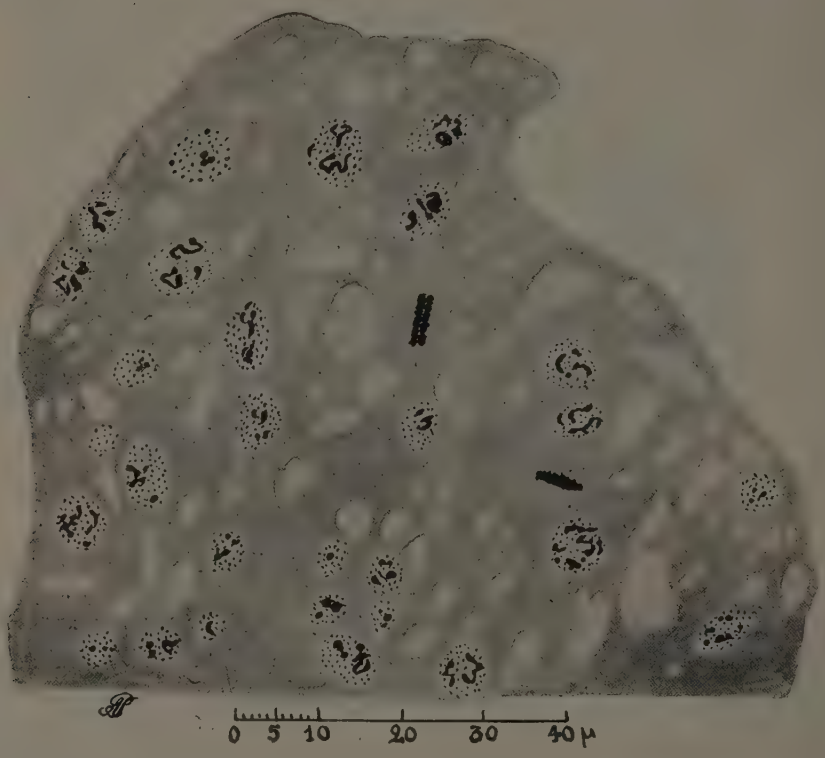


Fig. 21. — Coupe à travers le corps adipeux de néo-formation, chez une chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 2; fixation : Helly; coloration : hématoxyline ferrique.

grasserie 2; les noyaux arrondis et de taille variable sont en voie de multiplication très active; il n'est pas rare d'observer sur un seul champ microscopique deux et même trois mitoses simultanées ainsi qu'on peut le constater par exemple dans la microphotographie de la figure 22. La structure du noyau présente des particularités curieuses : les nucléoles, au lieu d'être arrondis, sont en forme de filaments plus ou moins contournés; dans certaines cellules, ils affectent la forme de véritables chromosomes semblables à ceux qu'on observe dans le noyau à la première phase de division caryocinétique.

La couche cytoplasmique est relativement pauvre en globules de graisse. Je n'ai pas observé de prolifération cellulaire en dehors du tissu adipeux; au niveau des autres tissus parasités, hypoderme et cellules trachéales, on ne constate qu'une hypertrophie cellulaire considérable se manifestant aussi bien sur la couche cytoplasmique que sur le noyau.

Le rajeunissement cellulaire du tissu adipeux sous l'influence parasitaire est un phénomène biologique d'une grande importance. Il y a là quelque chose qui rappelle l'évolution des néoplasmes; la prolifération cellulaire est cependant loin d'atteindre les proportions que l'on connaît dans les néoplasmes malins des vertébrés supérieurs. La prolifération cellulaire ne se produit, semble-t-il, que lorsque l'infection ultramicrobienne est déjà avancée. En effet, dans les chenilles

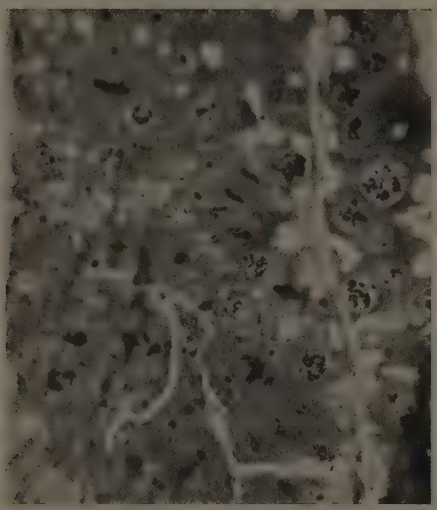


FIG. 22. — Coupe à travers le corps adipeux de néo-formation d'une chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 2; trois noyaux en mitose. (Microphotographie.)

infectées expérimentalement, je n'ai pas constaté jusqu'ici l'existence d'une telle réaction même lorsque le noyau est déjà en cours d'infection.

Des phénomènes de prolifération cellulaire sous l'influence du parasitisme ont déjà été signalés par divers auteurs chez les invertébrés, en particulier par MERCIER, dès l'année 1908 (7). Cet auteur étudiant une Microsporidie parasite des Blattes (*Periplaneta orientalis* L.) a constaté l'existence d'une véritable néoplasie dans le tissu adipeux parasité. Les Blattes infectées par la Microsporidie ont l'abdomen distendu et entre les anneaux écartés, on distingue par transparence le tissu adipeux d'un blanc crayeux. La présence du parasite dans le tissu adipeux détermine, au niveau de ce tissu, des réactions semblables à celles que j'ai décrites chez les chenilles d'*E. segetum* atteintes de pseudo-grasserie 2. Les grandes cellules graisseuses tendent à disparaître ainsi que les cellules à urates et d'autres qui ren-

ferment normalement un bacille symbiotique : *Bacillus Cuenoti*. « Ces éléments — écrit l'auteur — ont fait place à de petites cellules d'un aspect très différent et dont beaucoup sont en mitose. » Beaucoup de ces mitoses sont anormales comme on l'observe dans certains tissus pathologiques ainsi que Bouin, cité par l'auteur, le constate en conclusion de sa thèse sur les phénomènes cytologiques anormaux dans l'histogénèse et l'atrophie expérimentale du tube séminifère. « Comme on peut le remarquer — écrit Bouin — ces mitoses asymétriques ont été observées surtout dans les néoplasmes à marche rapide, dans les tissus enflammés, au niveau des foyers de régénération, en un mot, dans tous les tissus où se rencontrent avec une exubérance particulière, des processus de croissance ou de régénération. »

Le fait important constaté par Mercier, c'est que la mitose ne se produit que lorsque l'infection par la Microsporidie est lente. « On voit donc, dit-il, fait important au point de vue de la pathologie cellulaire, que les cellules à bacilles se comportent de deux façons différentes vis-à-vis de la Microsporidie. Lorsque celle-ci envahit rapidement un lobe de tissu adipeux et agit directement sur les cellules, celles-ci disparaissent. Au contraire, dans les lobes où la marche du parasite est plus lente, les cellules éloignées du centre d'infection réagissent, les bacilles disparaissent peu à peu et le noyau entre en mitose. Ces faits indiquent une dédifférenciation de l'élément qui fait, en quelque sorte, retour au type embryonnaire. »

Siedlecki, cité par Mercier, a apporté des faits analogues chez une Annélide parasitée par une Coccidie, *Caryotropha mesnili* : les spermatogonies font retour au type de cellules indifférenciées. De même Leger et Duboscq ont montré que « certaines Grégarines déterminent des phénomènes d'arrêt de croissance des cellules parasitées qui gardent leurs caractères embryonnaires et en particulier, la faculté de se diviser ».

Debaisieux (3), en étudiant *Thelohania varians* Deb. parasite des larves de *Simulium*, a signalé que les cellules-hôtes « sont souvent situées, souvent en grand nombre, à la limite des amas parasitaires, à l'intérieur de la couche périplasmique densifiée. Elles sont hypertrophiées et les noyaux se présentent souvent sous forme de granules, de boudins ou de blocs très chromatiques disséminés dans un substratum alvéolaire granuleux à contours très irréguliers. De plus, ces noyaux sont très fréquemment en mitose ».

Des constatations analogues ont été faites par Kudo (6) dans le tissu adipeux des nymphes de *Baetis* sp. parasitées par *Nosema baetis* sp. : les noyaux des cellules-hôtes sont très hypertrophiés et mesurent 25 à 30 μ contre 4 à 10 μ au maximum chez les nymphes normales; les divisions nucléaires sont plus nombreuses que dans le tissu adipeux normal; il s'agit là de dédifférenciation et non d'infiltration du tissu par des éléments jeunes. Chez les larves de *Culex pipiens* parasitées par *Thelohania magna* Kudo, le même auteur n'a observé que l'hypertrophie considérable du noyau des cellules-hôtes dans le tissu adipeux.

Mentionnons enfin que Mesnil et Caullery (8) ont signalé, en 1911, l'existence de « néoformations papillomateuses chez une Annélide (*Potamilla torelli* Malingren) dues probablement à l'influence de parasites (Haplosporidie et Levure) ». Ces

néoformations intéressent le revêtement endothélial des dissépiments mésodermiques et le mésentère dorso-ventral qui séparent les somites et relient la paroi externe du corps au tube digestif. Elles ne se produisent que dans les somites parasités par *Haplosporidium potamillae* accompagnée d'une Levure. Les auteurs ont constaté que le premier parasite seul pouvait déterminer la prolifération cellulaire; de même dans les somites où la Levure existe seule, les mêmes proliférations peuvent être observées. Enfin, « dans une minorité de cas, la néoformation existe en l'absence du parasite »; les auteurs admettent que le parasite a pu disparaître après un début de développement; la prolifération cellulaire résultant de l'irritation due au parasite, continuerait donc après la disparition de celui-ci, « ce qui rapprocherait ces productions de l'allure des tumeurs proprement dites ». Mesnil et Caullery n'ayant pas observé de mitoses dans les tissus néoformés, supposent que la multiplication se fait par amitose.

On peut rapprocher les phénomènes de prolifération cellulaire observés dans les tissus parasités, de la réaction que j'ai décrite en 1919 chez les chenilles sous le nom de caryocinétose (9, 10) et qui se manifeste par une multiplication anormale des macronucléocytes du sang après injection, dans la cavité générale, de bacilles peu pathogènes ou de substances protéiques diverses. Récemment, H. T. Chen (2) a signalé des faits de même ordre chez la Puce du Chat (*Ctenocephalides felis*) infectée avec le cysticercoïde du Toenia du Chien (*Dipylidium caninum* L.). Cet auteur a pu constater parfois une multiplication très active des éléments du sang et plus particulièrement des micronucléocytes, dans le voisinage des cysticercoïdes et même à une certaine distance de ceux-ci. Fréquemment, les amibocytes entourent complètement les cysticercoïdes et forment ainsi une capsule à l'intérieur de laquelle le parasite est rapidement détruit. Pendant le stade nymphal, la formation des capsules est suspendue et les amibocytes peuvent même se détacher de celles qui sont encore peu avancées. On observe par contre une active prolifération des micronucléocytes. La réaction phagocytaire reprend plus intense chez les adultes mais n'est pas accompagnée de la multiplication active de ces éléments.

Les processus qui aboutissent à la formation des kystes observés par Chen présentent de grandes analogies avec ceux qu'on observe très fréquemment chez les Insectes parasités par des Hyménoptères; cependant, on n'a jamais constaté de multiplication anormale des micronucléocytes au voisinage de ces kystes.

Les quelques faits qui viennent d'être rapportés au sujet de la prolifération de certains tissus sous des influences parasitaires diverses, ont, à mon avis, une grande importance au point de vue de la pathologie comparée et on peut s'étonner qu'ils n'aient pas retenu davantage l'attention des pathologistes. L'étude des causes qui déterminent le retour d'éléments cellulaires à l'état embryonnaire et leur multiplication active par mitose, quels que soient les tissus et les organismes auxquels ils appartiennent, peut contribuer à élucider certains problèmes obscurs de la vie élémentaire et de la pathologie humaine. Cette étude est à peine ébauchée chez les invertébrés; elle mérite mieux cependant qu'un intérêt de simple curiosité

Le fait que des parasites intracellulaires à évolution lente provoquent un rajeunissement cellulaire des tissus parasités et leur prolifération est intéressant en soi, mais il serait beaucoup plus intéressant encore de connaître la cause véritable du phénomène. Le parasite agit-il directement sur les tissus ou son action est-elle provoquée au contraire par une modification de l'équilibre physique ou physico-chimique du milieu intérieur sous l'influence du parasite ? A-t-elle pour cause des produits nouveaux résultant de la destruction cellulaire ou au contraire, la destruction d'une substance existant normalement dans l'organisme et s'opposant à la multiplication anarchique des cellules ? Toutes ces hypothèses et d'autres encore vraisemblablement peuvent être envisagées.

L'hypothèse d'une action du parasite s'exerçant par l'intermédiaire de produits de sécrétion n'est guère admissible, étant donné la diversité des parasites capables de provoquer une prolifération active des tissus. Il faudrait alors admettre que ces produits d'excrétion d'origine si différente jouissent des mêmes propriétés biologiques. De même, il est peu probable que la cause des néoformations doive être cherchée dans une modification particulière du milieu sanguin : ainsi dans le cas étudié par Mesnil et Caullery, les proliférations cellulaires ne se manifestent que dans les somites parasités ; si la prolifération était due à la présence dans le sang de produits d'origine parasitaire, elle se manifesterait dans tous les somites puisque tous sont irrigués par le même milieu.

Dans le cas particulier qui nous occupe, la prolifération cellulaire intéresse, il est vrai, la plus grande partie du corps adipeux des chenilles malades ; l'influence parasitaire peut donc s'exercer à distance. Cette influence ne commence d'ailleurs à se manifester que lorsque les processus infectieux ont atteint un certain stade de généralisation.

Epidémiologie de la pseudo-grasserie 2. — La maladie est plus contagieuse que la pseudo-grasserie 1 mais elle l'est beaucoup moins par contre que les polyédries en général ; telle est la conclusion qui se dégage des expériences de contamination *per os* et *per cutem* faites en 1935.

Cinq chenilles d'*E. segetum* provenant d'une région où la maladie n'existait pas ont été infectées *per os* le 14 octobre avec une goutte de sang trouble de chenille malade. L'examen anatomo-pathologique des chenilles a été fait sur coupes colorées, après fixation au mélange de Helly, cinq jours, sept jours et douze jours après la contamination. Aucune n'a présenté les lésions de pseudo-grasserie 2.

La même expérience a été répétée le 5 novembre sur dix chenilles ; une d'entre elles, examinée sur coupes le 12 novembre, n'a présenté aucune lésion nucléaire pouvant être attribuée à la pseudo-grasserie 2 ; sur deux autres chenilles examinées le 4 décembre, une a présenté des lésions nucléaires très nettes ; les mêmes lésions, mais plus généralisées, ont été observées sur une deuxième chenille examinée le 19 décembre ; toutes les autres chenilles examinées les 20, 23 et 24 décembre étaient normales.

Une seule expérience d'infection *per cutem* a été faite le 7 octobre et a porté sur dix chenilles. Neuf sont mortes de septicémie après quelques jours ; la dixième,

examinée après fixation au Duboscq-Brasil le 18 octobre, présentait des lésions nucléaires de pseudo-grasserie 2, mais seulement dans un petit nombre de cellules.

La faible contagiosité de la maladie est démontrée également par le fait que les chenilles malades se rencontrent isolément et parfois dans le voisinage immédiat d'autres chenilles parfaitement normales. Il n'existe donc pas, à proprement parler, d'épidémie de pseudo-grasserie 2. La morbidité n'a pas dépassé 4 p. 100 en 1935 à Saint-Genis-Laval, seule localité où la maladie a été observée jusqu'ici.

LA POLYÉDRIE DES CHENILLES DE *VANESSA URTICAE* L.

Les maladies à polyèdres ou polyédries ont fait l'objet de quelques travaux assez importants consacrés plus spécialement à l'étude de la grasserie du Ver à soie, de la « Wilt disease » des chenilles de *Porthetria dispar* et de la « Polyederkrankheit » ou « Wipfelkrankheit » des chenilles de Nonne (*Lymantria monacha* L.). On trouvera, dans mes ouvrages sur les maladies du Ver à soie (12, 13) et dans le mémoire publié en 1926 dans les *Annales de l'Institut Pasteur* (11), l'historique détaillé de cette question des maladies à polyèdres. Je rappellerai seulement que Chapmann et Glaser, dans un mémoire dont la publication remonte à l'année 1915 (1), signalent trente-cinq espèces d'Insectes chez lesquelles on a constaté l'existence de polyédries; ces Insectes appartiennent pour la plupart au groupe des Lépidoptères mais on y rencontre également un Muscide (*Calliphora vomitoria* L.) et deux Dermestidae : *Dermestes lardarius* L. et *Anthrenus musoeorum* L. Les corpuscules qui se forment à l'intérieur des noyaux, chez ces différentes espèces d'Insectes, diffèrent par leur forme et leurs dimensions. Ceux du Ver à soie sont des cristalloïdes rhombododécaédriques; ceux des autres espèces ont une forme moins caractéristique et leurs contours sont moins anguleux en général que les corpuscules du Ver à soie.

En août 1935, j'ai constaté l'existence d'une grave épidémie de polyédrie parmi les chenilles de *Vanessa urticae* L. (16) dans la région des Rousses, localité située dans le Haut-Jura, à la frontière franco-suisse. La gravité de l'épidémie, au centre du foyer d'infection, était telle que la plupart des chenilles sont mortes avant de pouvoir chrysalider. Celles récoltées à quelques kilomètres du foyer, notamment dans les pâturages de la chaîne du Risoux, ne présentaient aucune trace de maladie.

Les chenilles malades se distinguent assez mal des chenilles saines et ce n'est qu'au terme de l'évolution morbide que la paroi ventrale du corps devient opaque et prend une teinte blanchâtre différente de la teinte normale. Les cadavres se liquéfient rapidement. Un certain nombre de chenilles meurent accrochées aux feuilles d'ortie par les fausses pattes abdominales, la partie antérieure du corps pendante comme celle des cadavres de Vers à soie atteints de flacherie vraie.

Le sang des chenilles malades est trouble-laiteux. Il renferme d'innombrables corpuscules réfringents analogues à ceux qu'on rencontre dans le sang des chenilles de *Porthetria dispar* atteintes de polyédrie mais de taille beaucoup plus

réduite (1 μ en moyenne contre 3 à 4 μ). L'examen microscopique à l'état frais ou sur frottis coloré ne permet pas de déceler la présence de microorganismes susceptibles d'être considérés comme la cause de la maladie. Si l'on examine par contre le même milieu sur fond noir, on est tout de suite frappé par la présence d'innombrables granules faiblement éclairés animés de mouvements browniens rapides de grande amplitude. Ces granules, qui représentent les éléments parasitaires, sont identiques à ceux qu'on observe dans le sang des Vers à soie atteints de grasserie et dont j'ai signalé l'existence en 1925. On observe en outre, en plus ou moins grande abondance, des boules hyalines en suspension dans le sang à l'intérieur desquelles on distingue des granules animés de mouvements rapides et très violents. Ces boules représentent, comme chez le Ver à soie, des exsudations cytoplasmiques de cellules sanguines infectées par l'ultravirus parasite. En étudiant la pathogénie de la grasserie du Ver à soie, j'ai montré que les cellules sanguines en voie d'infection présentent souvent, à la partie périphérique de la couche cytoplasmique, des vésicules de forme arrondie, remplies d'éléments parasitaires, qui peuvent se détacher de la cellule et rester en suspension dans le sang. Ces mêmes processus se reproduisent dans le sang des chenilles de *V. urticae*.

Lésions cellulaires et tissulaires. — L'ultravirus de la polyédrie des Vanesses, comme celui de la grasserie des Vers à soie, se multiplie seulement dans les cellules

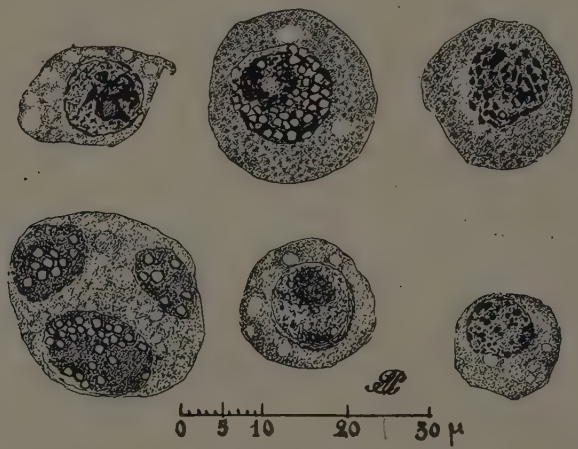


Fig. 23. — Cellules sanguines de chenille de *Vanessa urticae* atteinte de polyédrie; frottis coloré au Giemsa.

adipeuses, sanguines, péritrachéales et hypodermiques; il infecte principalement le noyau dont il détruit la substance chromatique, les nucléoles et le suc nucléaire; les corpuscules polyédriques se forment aux dépens des substances nucléaires détruites.

Les cellules sanguines en voie d'infection présentent le même aspect, sur frottis colorés au Giemsa, que celles de Ver à soie en état de grasserie : au début de

l'infection nucléaire, on constate une sorte de rétraction de la masse chromatinienne qui perd sa structure en grains; un anneau périnucléaire faiblement coloré apparaît autour de cette masse centrale plus intensément colorée. Comme chez le Ver à soie, la zone périnucléaire est occupée par les éléments parasitaires. Les corpuscules polyédriques apparaissent dans cette zone d'abord sous forme de petites inclusions colorées en rose sur le pourtour; les inclusions grossissent petit à petit et finissent par remplir le noyau. Leur forme est assez mal définie : à côté de corpuscules arrondis, on en observe d'autres plus ou moins anguleux et de forme carrée, triangulaire ou polygonale. Sur coupes colorées à l'hématoxyline ferrique après fixation par le mélange de Helly par exemple, les noyaux en voie d'altération sont fortement hypertrophiés; les corpuscules, souvent pressés les uns contre les autres, sont difficiles à distinguer les uns des autres, étant très mal

Fig. 24. — Cellules adipeuses de chenille de *Vanessa urticae*, l'une avec corpuscules intra-cellulaires de petites dimensions, l'autre, avec corpuscules de dimensions normales; fixation : Helly; coloration : hématoxyline ferrique.

colorés sur le pourtour. La chromatine résiduelle est disposée en masse ou réseau complexe d'aspect plus ou moins filamenteux. Dans certaines cellules, les corpuscules intranucléaires sont de taille minuscule et mesurent à peine 0,5 μ de diamètre; on a ainsi l'impression d'avoir affaire à deux espèces différentes de corpuscules.

On peut étudier dans de bonnes conditions les différentes phases des processus morbides qui se déroulent à l'intérieur des cellules parasitées, sur coupes de chenilles infectées *per cutem* :

On constate tout d'abord une multiplication des grains nucléolaires reconnaissables à leurs dimensions plus grandes que celles des grains chromatiniens et à leur affinité pour la fuchsine acide. Cette multiplication résulte-t-elle d'une frag-

Fig. 25. — Début des altérations nucléaires dans les cellules adipeuses de Vanesse infectée *per os* avec sang de chenille atteinte de polyédrie (9 août); fixation le 16 août : Helly; coloration : hématoxyline.

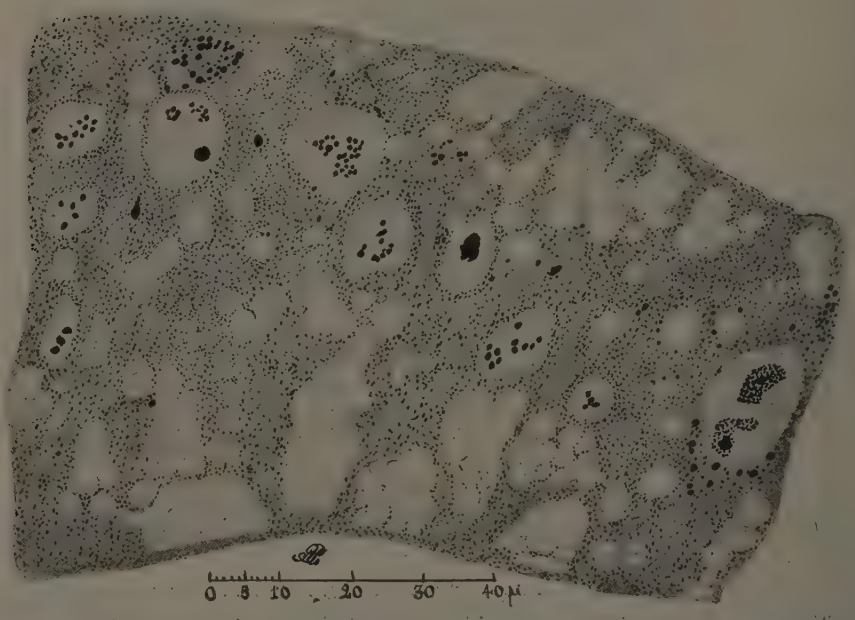


Fig. 26. — Coupe dans le corps adipeux d'une chenille de Vanesse en voie d'infection polyédrique; noyaux normaux à gauche de la figure.

mentation des nucléoles ou d'une transformation de certains grains chromatiniens, comme cela se produit par exemple dans les noyaux des glandes sériciginènes du Ver à soie au moment de l'élaboration de la soie ou dans les cellules adipeuses à la fin de la mue ? La question n'a pu être tranchée jusqu'ici.

A la fragmentation ou la multiplication nucléolaire succède une concentration de ces nucléoles dans la partie centrale du noyau ou dans la zone périphérique. A ce stade, la structure du noyau est la suivante : la chromatine, encore bien colorée par l'hématoxyline, apparaît toujours constituée de grains régulièrement répartis dans l'aire nucléaire, autour d'une masse centrale très sidérophile, de forme irrégulière et de structure parfois granuleuse.

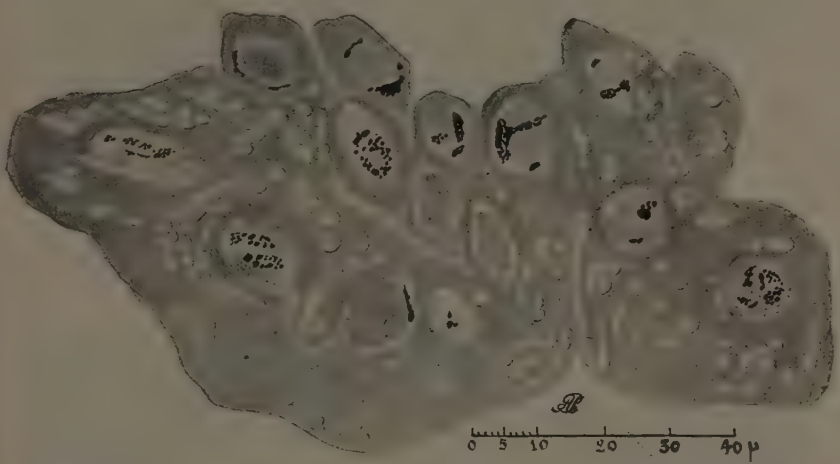


Fig. 27. — Coupe de tissu adipeux d'une chenille de Vanesse atteinte de polyédrie; noyaux en voie d'infection; fixation : Helly; coloration : hématoxyline ferrique.

A un stade plus avancé, la masse centrale d'origine nucléolaire est plus concentrée et sa structure apparaît plus homogène qu'au stade précédent; on ne distingue plus de grains de chromatine dans la région environnante, mais une masse homogène faiblement teintée par l'hématoxyline, d'aspect parfois chagriné : c'est la masse parasitaire qui occupe dans certains cas la plus grande partie du noyau, rejetant à la périphérie ce qui subsiste de la chromatine et des nucléoles. Dans quelques cellules, la masse centrale d'origine nucléolaire présente un aspect réticulé ou gaufré tout différent cependant de celui que j'ai décrit dans le noyau des cellules de Ver à soie parasitées par l'ultravirus de la grasserie; cette masse réticulée se colore faiblement par l'hématoxyline.

Des corpuscules de taille minuscule prennent ensuite naissance dans la région occupée par les éléments parasitaires et grossissent peu à peu. En même temps, la masse centrale se gonfle, s'étire et semble se vacuoliser. Au terme des processus morbides, le noyau très hypertrophié et occupant la plus grande partie de la cellule, apparaît rempli de corpuscules serrés les uns contre les autres et ne laissant,

le plus souvent, aucun intervalle entre eux; ils affectent alors une forme pentagonale. Mais lorsqu'ils sont isolés, leur forme est généralement arrondie.

Après fixation par le bichromate-formol de Regaud ou le formol salé, puis postchromisation prolongée et coloration des coupes suivant la méthode de Kull,

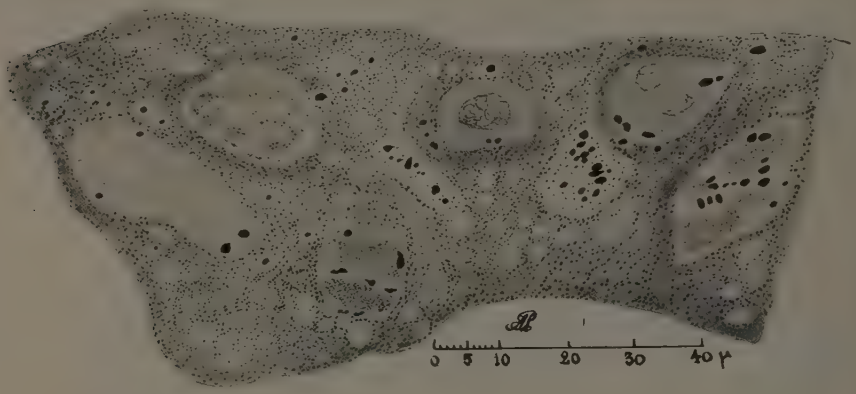


Fig. 28. — Coupe de tissu adipeux d'une chenille de Vanesse atteinte de polyédrie; stade plus avancé que celui représenté dans la figure précédente; fixation : formol salé; coloration de Kull.

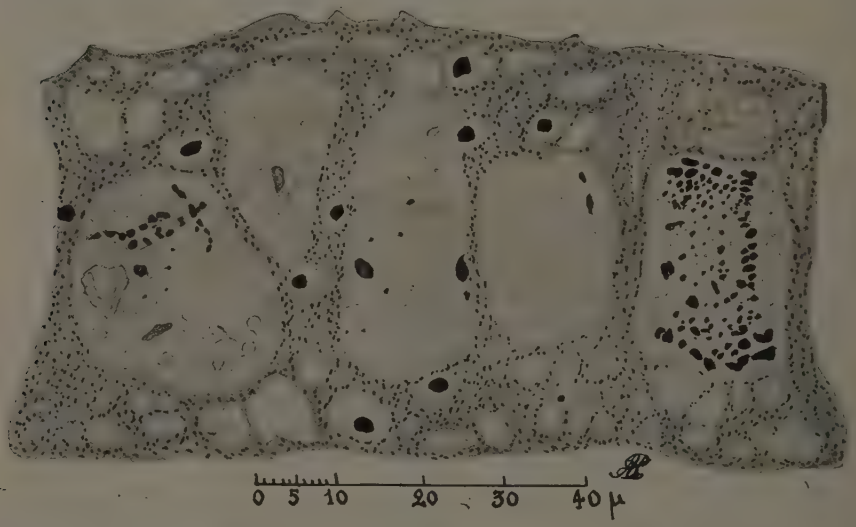


Fig. 29. — Coupe dans le tissu adipeux d'une chenille de Vanesse atteinte de polyédrie; stade avancé; fixation : formol salé; coloration de Kull.

on retrouve les caractères généraux des lésions qui viennent d'être décrites; on constate en outre que le chondriome, comme chez les Vers à soie atteints de grasserie, se présente sous forme de grains minuscules.

En dehors des cellules adipeuses, sanguines, hypodermiques et trachéales, toutes très sensibles à l'infection ultramicrobienne, un certain nombre de cellules de la capsule génitale peuvent présenter les lésions de polyédrie.

Épidémiologie de la polyédrie des chenilles de Vanesse. — La maladie est très contagieuse et se transmet facilement aussi bien par la voie digestive que par la voie sanguine. La durée d'incubation est de quatre à cinq jours. Ainsi des chenilles récoltées dans une région où la polyédrie n'existait pas et infectées *per cutem* le 6 août 1935 avec une goutte de sang de chenille malade ont toutes présenté les lésions caractéristiques de la maladie le 10 août. A cette date, les corpuscules intranucléaires étaient bien visibles dans la plupart des cellules sanguines.

De jeunes chenilles récoltées dans les pâturages du Risoux où la maladie n'existe pas encore, ont été déposées le 9 août sur des orties dont les feuilles avaient été barbouillées avec liquide de broyage de chenilles malades ou mortes; toutes ont contracté la polyédrie au bout de quelques jours; ainsi le 13 août, je constatais déjà la présence de corpuscules intranucléaires dans les cellules sanguines des chenilles examinées.

Comme la grasserie du Ver à soie, la polyédrie des chenilles de *Vanessa urticae* doit être héréditaire; cependant je n'ai pu démontrer jusqu'ici le passage du virus de la chenille dans le papillon, puis dans les œufs.

LA POLYÉDRIE DES CHENILLES D'*EUXOA SEGETUM*.

Aucun auteur, jusqu'ici, n'a signalé l'existence de cette maladie chez les chenilles d'*E. segetum*. Mes premières observations sur celle-ci remontent au mois d'octobre 1935. Depuis, sur des centaines de chenilles examinées, je n'ai constaté l'existence de la polyédrie que sur dix d'entre elles. Toutes provenaient de Saint-Genis-Laval et Pierre-Bénite. A Caluire, aucune des nombreuses chenilles examinées ne présentait les lésions caractéristiques de cette affection. D'après les observations faites, il ne semble pas que la polyédrie des chenilles d'*E. segetum* provoque des épidémies comparables à celles qui sont causées par le virus des autres polyédries connues : grasserie du Ver à soie, « Wilt disease » de *Lymantria dispar*, « Polyederkrankheit » de *L. monacha*, polyédrie des chenilles de *Vanessa urticae* par exemple.

Les chenilles malades ressemblent à celles qui sont atteintes de pseudo-grasserie 2 par la teinte blanc-mat de la paroi ventrale du corps; mais si elles ne sont qu'en voie d'infection, on ne les distingue pas des chenilles normales.

Le sang est relativement peu trouble et ne renferme qu'un petit nombre de corpuscules polyédriques, contrairement à ce qu'on observe chez les Vers à soie en état de grasserie ou les chenilles de *V. urticae* atteintes de polyédrie.

A l'examen sur fond noir, on distingue facilement la présence de granules animés de mouvements browniens assez rapides; ces granules représentent les éléments parasitaires dont la multiplication dans le noyau des cellules engendre la polyédrie; ils sont plus éclairés et par conséquent, plus volumineux que ceux des chenilles de Vanesse. Le virus ne semble pas se multiplier dans les cellules sanguines; au moins, il ne provoque pas la transformation de la substance nucléaire en corpuscules polyédriques. Son affinité est limitée aux cellules adipeuses,

hypodermiques et trachéales; l'affinité pour ces dernières cellules est particulièrement grande. Chez les chenilles en voie d'infection, on constate toujours que les premiers symptômes de la maladie apparaissent sur le système trachéen ce qui semblerait indiquer que la maladie se propage par cette voie. Ainsi en ouvrant la paroi abdominale d'une chenille récoltée en décembre à Saint-Genis-Laval et qui ne présentait aucun signe externe de polyédrie, j'ai pu constater que toutes les trachées, et surtout les petites ramifications, avaient un aspect givré très caractéristique provoqué par l'hypertrophie de la couche péritrachéale; le système trachéen du tube digestif formait ainsi de véritables arborescences blanchâtres se détachant nettement sur le fond plus sombre de la paroi intestinale. Le corps adipeux, par contre, ne présentait aucun signe visible de lésion.

Lésions cellulaires et tissulaires. — Si on examine un frottis de sang de chenille malade, après coloration au Giemsa, on constate que les cellules ne renferment

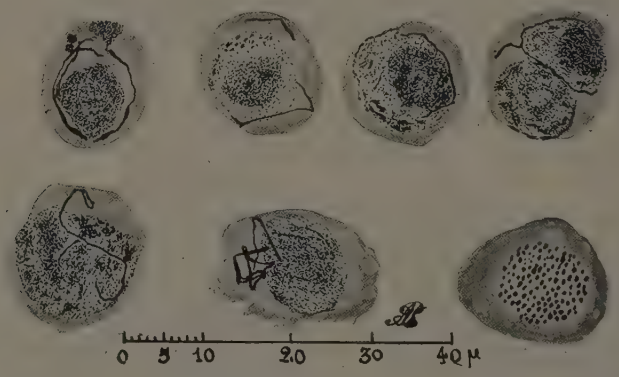


Fig. 30. — Cellules sanguines de chenille d'*E. segetum* atteinte de polyédrie; en bas, à droite, cellule normale; frottis coloré au Giemsa.

jamais de corpuscules polyédriques intranucléaires, mais présentent néanmoins des lésions assez caractéristiques. Ainsi le noyau apparaît sensiblement hypertrophié comme on peut le constater d'après la figure 30; la chromatine perd son aspect granulé et tend à se laquer; souvent on constate, comme chez les chenilles de Vanesse en voie d'infection, une sorte de concentration de la substance chromatinienne dans la région centrale du noyau. Dans beaucoup de cellules en état d'altération, on observe la présence d'un mince filament chromatophile plus ou moins contourné sur lui-même et de longueur parfois considérable, à l'intérieur ou autour du noyau. La signification de ce filament, qu'on peut observer également dans certaines cellules d'autres tissus en voie d'infection (fig. 31), reste énigmatique. A l'examen sur fond noir, on n'observe pas d'éléments parasitaires à l'intérieur du noyau des amibocytes; les altérations que présentent ces amibocytes ne seraient donc qu'une conséquence indirecte de l'infection ultramicrobienne. L'absence de boules hyalines remplies de granules parasitaires, comme on l'observe

chez les chenilles de Vanesse et de Ver à soie en état de polyédrie, montre que la multiplication du parasite diffère de celle des autres parasites similaires. N'ayant pas réussi jusqu'ici à infecter expérimentalement des chenilles normales avec sang de chenille contaminée, je n'ai pu suivre la marche de l'infection.

Les processus qui se déroulent dans les cellules adipeuses, hypodermiques et

FIG. 31. — Coupe dans le tissu adipeux d'une chenille d'*E. segetum* atteinte de polyédrie, premier stade d'infection nucléaire; fixation : formol salé; coloration de Kull.

trachéales, s'ils aboutissent comme dans les autres polyédries à la destruction du noyau et à la transformation de la substance nucléaire en cristalloïdes de forme plus ou moins polyédrique, diffèrent néanmoins suffisamment de ces dernières pour qu'on puisse considérer la polyédrie des chenilles d'*E. segetum* comme une entité morbide d'un type très particulier.

J'ai représenté dans la figure 31 les premiers signes d'altération cellulaire qui

se manifestent au niveau des cellules adipeuses en voie d'infection. Le noyau, comme on l'observe dans les autres polyédries, s'hypertrophie considérablement; la chromatine perd son aspect granuleux; les nucléoles, contrairement à ce qui se passe chez les chenilles de Vanesse, se dispersent dans toute l'aire nucléaire; ils se présentent sous la forme d'inclusions arrondies de dimensions très irrégulières. Les grains de chromatine étant disparus, on ne trouve, en dehors des inclusions nucléolaires, qu'une masse à peine teintée par les colorants et sans structure bien définie. Dans certaines cellules, la masse nucléolaire occupe un volume considérable; on peut supposer que cet accroissement de volume a lieu aux dépens de la substance chromatinienne. A un stade plus avancé, on constate généralement la présence d'une masse centrale plus ou moins volumineuse creusée de vacuoles à l'intérieur desquelles on constate généralement la présence d'un grain nucléolaire. Les corpuscules polyédriques prennent naissance généralement en dehors de la masse vacuolaire. Ils sont beaucoup plus volumineux que ceux des Vanesses et mesurent en moyenne 3 à 5 μ de diamètre; leur forme affecte assez souvent celle de triangles à parois courbes; ils sont colorés seulement sur leur pourtour.

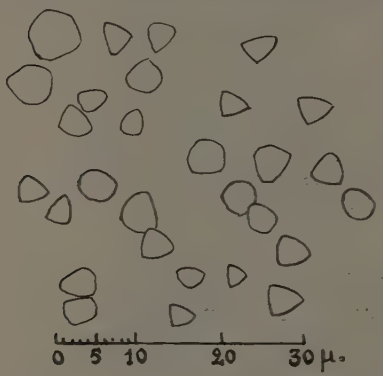


Fig. 32. — Corpuscules polyédriques de chenille d'*E. segetum*.

La couche cytoplasmique est le siège d'altérations très curieuses qui n'ont jamais été observées jusqu'ici chez les Insectes atteints de polyédrie. Qu'il s'agisse des cellules adipeuses ou des cellules hypodermiques et trachéales, d'innombrables canalicules se forment dans les cellules parasitées et changent complètement la structure cellulaire de ces éléments ainsi qu'on peut le constater d'après la figure 33. Les canalicules, dont la signification reste énigmatique, sont diversement orientés; dans les cellules hypodermiques cependant, ils semblent dirigés surtout vers la face interne et déboucher dans la cavité générale. La paroi des canalicules se colore plus ou moins par l'hématoxyline ou par le bleu de toluidine (méthode de Kull). La chondriome ne se présente pas sous la forme de petits grains arrondis disséminés dans l'aire protoplasmique comme chez les chenilles de Vanesse; la coloration diffuse plus ou moins prononcée de la couche cytoplasmique par la fuchsine acide ou la présence d'inclusions fuchsinophiles cytoplasmiques plus ou moins nombreuses et volumineuses, semblerait indiquer une destruction plus complète du chondriome que dans les autres polyédries.

Le changement de structure de la couche cytoplasmique se manifeste dès les premiers signes d'altération nucléaire. Ce changement est très net dans la figure 31 qui représente une portion de tissu adipeux en voie d'infection.

Comme je l'ai indiqué précédemment, l'infection semble se propager surtout par la voie trachéenne; chez les chenilles où l'infection est avancée, les cellules

trachéales sont, pour la plupart, remplies de corpuscules polyédriques alors que dans le tissu adipeux on n'observe que de petits îlots de cellules altérées au milieu de cellules parfaitement normales. L'aspect diffère essentiellement de celui que j'ai décrit chez les chenilles de Vanesse. Dans la figure 33, qui représente un îlot de cellules remplies de corpuscules environné de cellules saines, le caractère évolutif de la maladie apparaît assez nettement défini. On constate, au centre de l'îlot, l'existence d'un tube trachéen ce qui semble confirmer l'hypothèse d'une transmission du virus par la voie trachéenne.

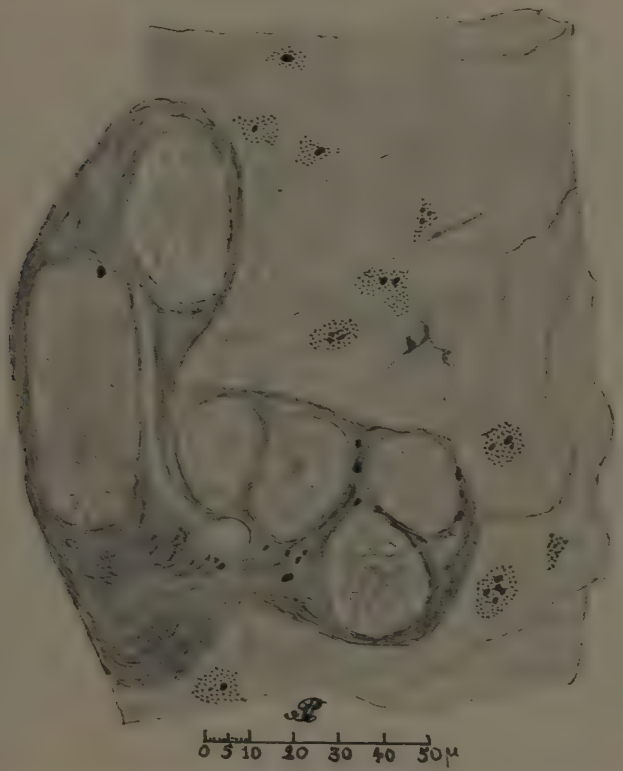


Fig. 33. — Cellules adipeuses de chenille d'*E. segetum*, en état d'infection polyédrique; fixation : Helly; coloration : hématoxyline ferrique.

Épidémiologie de la polyédrie des chenilles d'*E. Segetum*. — La mortalité actuelle de la polyédrie des chenilles d'*E. segetum* peut être considérée comme insignifiante; sa morbidité est également très faible comparativement à celle des autres polyédries : elle est inférieure en effet à 1 p. 100 dans la région où la maladie a été constatée. Sa contagiosité, ainsi qu'il résulte des expériences de contamination artificielle, est à peu près nulle; c'est ce qui explique que les chenilles malades ne se rencontrent qu'à l'état sporadique. Il y a tout lieu de supposer que l'hérédité joue un rôle prépondérant dans la propagation de la maladie.

ÉTUDE DE QUELQUES CAS DE MALADIES MIXTES.

Pseudo-grasserie 2 associée à la polyédrie. — L'association des deux ultravirus ne modifie pas sensiblement les affinités respectives de chacun d'eux pour les cellules de l'organisme; ainsi les cellules habituellement réfractaires au virus de

Fig. 34. — Noyaux hypertrophiés dans le corps adipeux d'une chenille d'*E. segetum*, atteinte à la fois de polyédrie et de pseudo-grasserie 2 ; fixation : Helly ; coloration : hématoxyline ferrique.

la pseudo-grasserie 2 ou à celui de la polyédrie, comme les cellules nerveuses, musculaires, intestinales, les glandes hypodermiques, les œnocytes, les cellules sanguines, ne présentent aucune lésion caractéristique chez les chenilles infectées par les deux ultravirus.

Le tissu adipeux est le siège d'une active prolifération, comme s'il s'agissait d'une simple pseudo-grasserie 2. Les cellules néoformées paraissent moins sensibles à l'infection que les autres. La présence du virus de la polyédrie semble

avoir pour effet d'hypertrophier le noyau de ces éléments de néoformation ainsi qu'on peut le constater d'après la figure 35 dessinée à la chambre claire. Dans le

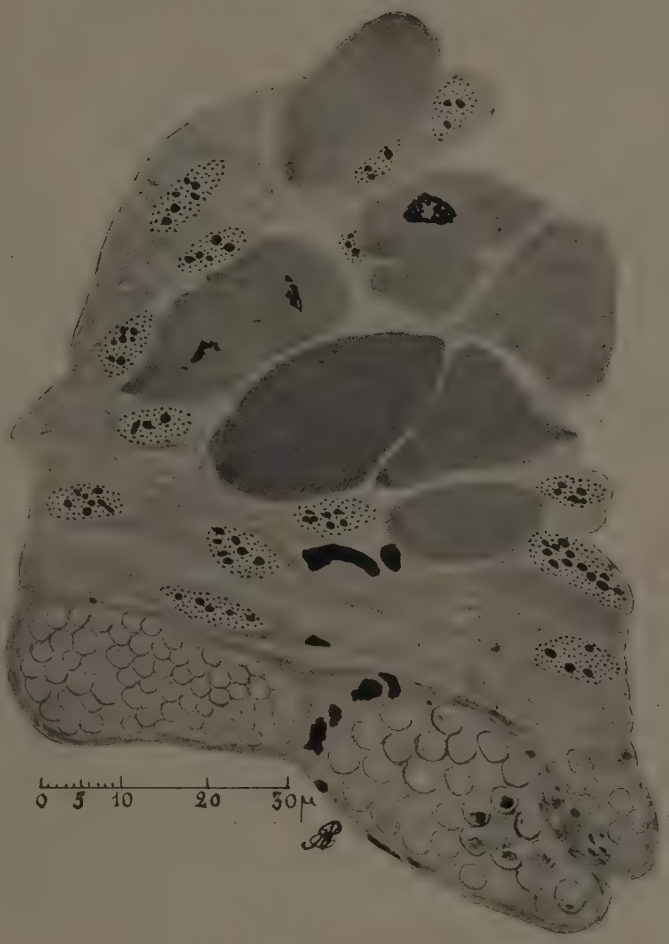


Fig. 35. — Coupe dans le corps adipeux d'une chenille d'*E. segetum* atteinte de pseudo-grasserie 2 et de polyédrie; fixation : Helly; coloration : hématoxyline ferrique

cas de simple polyédrie, les noyaux des cellules non parasitées ne subissent aucune transformation apparente (fig. 33).

Polyédrie associée à une mycose. — La mycose observée chez une chenille d'*E. segetum* déjà atteinte de polyédrie, a été rencontrée plusieurs fois chez des chenilles à l'état isolé. Les filaments du Champignon envahissent peu à peu la cavité géné-

rale, se multipliant surtout dans le sang sans altérer sensiblement les différents tissus, au moins dans les premiers stades d'évolution du parasite. La présence du Champignon ne modifie pas sensiblement les affinités parasitaires de l'ultra-virus de la polyédrie et les deux maladies évoluent parallèlement sans inter-réaction apparente.

Les filaments du Champignon parasite sont relativement très fragmentés mais

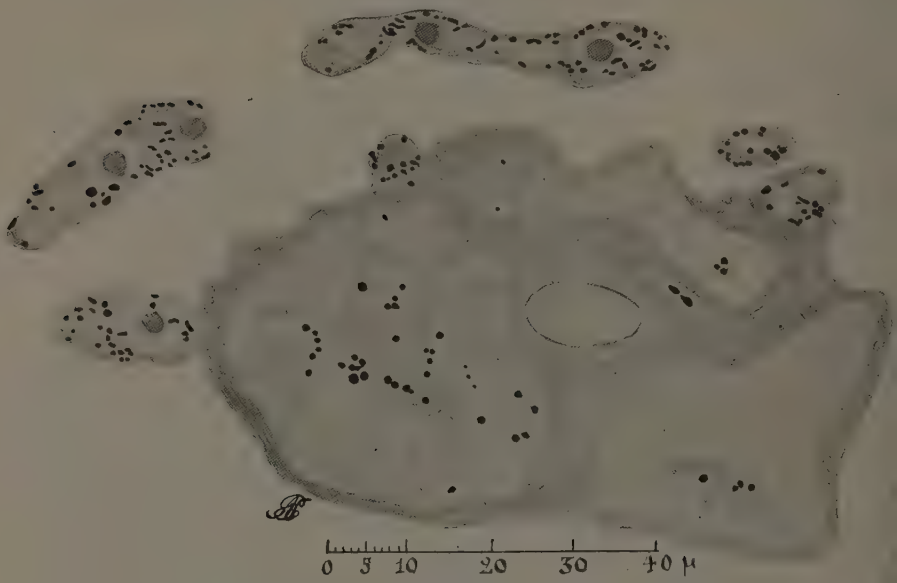


Fig. 36. — Cellule adipeuse de chenille d'*E. segetum* en état d'infection polyédrique et filaments mycéliens parasites dans le sang; fixation : formol salé; coloration de Kull.

on peut observer quelques ramifications; la fragmentation des filaments fongiques dans les milieux liquides vivants est un phénomène très général. Après fixation par les méthodes mitochondriales et coloration suivant la méthode de Kull, on met facilement en évidence dans les filaments le ou les noyaux pourvus chacun d'un gros nucléole fuchsinophile. Le chondriome est représenté par des grains et quelques rares chondriosomes.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Chapman (J. W.) et Glaser (R. W.). — A preliminary list of insects which have Wilt, with a comparative study of their polyhedra. (*Jl of Econ. Entom.*, vol. VIII, p. 140-150, 1915.)
2. Chen (H. T.). — Reactions of *Ctenocephalides felis* to *Dipilydium caninum*. (*Zeitsch. f. Parasit.*, 6 Bd, p. 603-633, 1934.)
3. Debaisieux (P.). — Microsporidies parasites des larves de *Simulium : Th. varians*. (*La Cellule*, t. XXX, p. 47-79, 1919.)
4. Hauduroy (P.). — Les ultravirus et les formes filtrantes des microbes. (Masson et Cie, Paris, 1919.)
5. Hollande (A. Ch) et Hollande (Mme G.). — Histogénèse et cytologie du follicule tuberculeux. (*Arch. anat. micr.*, t. XXVII, p. 149-229, 1931.)
6. Kudo (R.). — A biologic and taxonomic study of the Microsporidia. (*Illin. Biol. Monogr.*, vol. IX, 268 pages, 1924.)
7. Mercier (L.). — Néoplasie du tissu adipeux chez les Blattes parasitées par une Microsporidie. (*Arch. f. Protist.*, Bd. XI, p. 272-281, 1908.)
8. Mesnil (F.) et Caullery (M.). — Néoformations papillomateuses chez une Annélide (*Potamilla torelli*) dues probablement à l'influence de parasites [Haplosporidie et Levure]. (*Bull. Sc. de la France et de la Belgique*, 7e série, t. XLV, p. 89-105, 1911.)
9. Paillot (A.). — La Caryocinétose. Nouvelle réaction d'immunité naturelle observée chez les chenilles de Macrolépidoptères. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLXIX, p. 396, 1919.)
10. Paillot (A.). — La Caryocinétose; faits nouveaux et considérations générales. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLXIX, p. 740, 1919.)
11. Paillot (A.). — Contribution à l'étude des maladies à virus filtrant chez les Insectes. Un nouveau groupe de parasites ultramicrobiens : les *Borrellina*. (*Ann. Inst. Past.*, t. XL, p. 314-353, 1926.)
12. Paillot (A.). — Les maladies du Ver à soie. Grasserie et Dysenteries. (Lyon, 1928.)
13. Paillot (A.). — Traité des maladies du Ver à soie. (G. Doin et Cie, Paris, 1930.)
14. Paillot (A.). — Les Dysenteries infectieuses du Ver à soie. (*Ann. Inst. Past.*, t. LIII, p. 290-311, 1934.)
15. Paillot (A.). Un nouveau type de maladie à ultravirus chez les Insectes. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXCVIII, p. 204, 1934.)
16. Paillot (A.). — Sur une nouvelle maladie à ultravirus (maladie à polyèdres) des chenilles de *Vanessa urticae* L. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CCI, p. 624, 1935.)
17. Paillot (A.). — Nodules leucocytaires et processus réactionnels divers chez les Vers à soie infectés expérimentalement avec *Streptococcus bombycis*. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CC, p. 963, 1935.)
18. Paillot (A.). — Nouvel ultravirus parasite d'*Agrotis segetum* provoquant une prolifération des tissus infectés. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CCI, p. 1062, 1935.)
19. Paillot (A.). — Nouveau type de maladies à polyèdres ou Polyédries observé chez les chenilles d'*Euxoa* (*Agrotis*) *segetum* Schiff. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CCII, p. 254, 1936.)
20. White (G.-F.). — Sacbrood. (*U. S. Départ of. Agric., Bull. n° 431*, p. 54, 1917.)

RAPPORTS SOMMAIRES

SUR LES TRAVAUX ACCOMPLIS DANS LES LABORATOIRES

EN 1934 ET 1935.

CLIMATOLOGIE.

Les études en cours portent sur les points suivants :

1° Action des différents facteurs du climat sur la croissance et la qualité des plantes ainsi que sur le développement des maladies physiologiques ou parasitaires;

2° Prévision des rendements;

3° Adaptation régionale des plantes de grande culture (blé : Versailles, Colmar, Clermont-Ferrand; orge : Colmar; betterave : Versailles; vigne : Bordeaux, Clermont-Ferrand, Montpellier);

4° Élaboration des méthodes de mesures des principaux éléments climatiques adaptées aux besoins de l'agronomie et en particulier études des gains et pertes en eau de la terre arable (Versailles et Montpellier).

Nous donnons ci-dessous un résumé des différents travaux publiés ou en cours :

Chaptal (L.). — Les sources secondaires de l'humidité de la terre arable. (*C. R. de la 1re Commission de l'Association Internationale de la Science du sol,* juillet 1934.)

La pluie est généralement considérée comme la source principale de l'humidité du sol. La quantité disponible pour les besoins de la plante dépend de l'intensité de la pluie, de la capacité de rétention du sol pour l'eau et de l'importance de l'évaporation.

Il est reconnu depuis longtemps que l'humidité peut remonter à la surface du sol par capillarité ou distillation; de même, les brouillards dans les pays froids et humides, la rosée dans les régions chaudes constituent des sources secondaires de l'humidité qui ne doivent pas être négligées.

Les phénomènes d'adsorption (fixation de la vapeur d'eau de l'air, sans que ce dernier soit saturé) sont à considérer tout particulièrement, car, tout au moins dans la région méditerranéenne, l'eau ainsi fixée par hygroscopicité peut passer à l'état d'eau libre utilisable par les plantes.

L'auteur a réalisé un capteur d'essai qui montre bien les quantités d'eau appréciables pouvant être recueillies par ce processus.

Chaptal (L.). — De l'influence de l'humidité sur la production du vignoble méridional. (*C. R. Acad. Agric. de France,* p. 800, 1934).

L'étude comparative de la production du vignoble du département de l'Hérault et des variations des facteurs climatiques pour la période 1890-1933 montre que le régime pluviométrique des mois de mai et juin a une action prépondérante sur le rendement (dans 91 p. 100 des cas). En général (30 années sur 44) la production est inversement proportionnelle à la hauteur d'eau recueillie pendant ces deux mois. Mais il existe bien entendu une limite inférieure de précipitations, au-dessous de laquelle la sécheresse, provoquée par le manque de pluie, entraîne une diminution de récolte; c'est ce qu'on constate pour 10 années sur

les 14 s'écartant de la règle précédente. Les quatre derniers cas s'expliquent par la considération de la répartition des précipitations au cours de la période végétative.

Enfin, les observations faites en 1934, confirment le rôle de l'humidité de l'air dans le grossissement des raisins et l'influence de l'humidité estivale (humidité de l'air et pluviosité) sur la date des vendanges.

Chaptal (L.). — Évaluation de l'humidité de l'air en climatologie agricole. (*Annales de l'École Nationale d'Agriculture* de Montpellier, t. XXIII, fasc. III et IV, p. 246-250, 1935.)

Du point de vue de la biologie végétale, c'est la valeur du déficit de saturation maximum qui est l'élément le plus important. Elle donne une idée de l'intensité journalière du besoin en eau des plantes et est le principal élément de la détermination de l'indice d'évaporation que Szymkiewicz considère comme étant la caractéristique de l'humidité d'un climat. Les déficits minima sont beaucoup moins caractéristiques étant souvent voisins de zéro.

Chaptal (L.). — Quelques problèmes de climatologie agricole. (*Annales Soc. Hort. et d'Hist. Natur.* de l'Hérault, n° 2, mars-avril 1935.)

L'auteur passe successivement en revue l'étude des principaux facteurs du climat :

Chaleur. — A côté des observations thermométriques normales sous abri, il convient de poursuivre les observations des thermomètres en plein air qui renseignent sur la manière dont s'échaufferait ou se refroidirait un rameau végétal ayant sensiblement les mêmes dimensions qu'eux et placé dans les mêmes conditions ; il y a lieu de préconiser d'autre part l'emploi des appareils du type du catathermomètre de Hill qui permettent d'apprécier le pouvoir réfrigérant de l'air.

Lumière. — A côté de la durée d'insolation, il importe de mesurer directement la quantité de lumière reçue du soleil et d'étudier les variations de composition de ce facteur : Étude des différentes radiations du spectre, en particulier des rayons ultra-violets ; lumière directe et lumière diffuse.

Eau. — Il est impossible de déterminer la pluviosité d'un lieu sans tenir compte, à côté de la quantité d'eau recueillie, de la durée de la pluie, et par conséquent de sa vitesse de chute. L'auteur insiste d'autre part sur l'importance de la captation de la vapeur d'eau atmosphérique par la surface de la terre qui peut se chiffrer par un apport de 13 mètres cubes par jour et par hectare, pendant la saison chaude.

Chaptal (L.). — Contribution à l'étude du régime des pluies à Montpellier (*Bul. Soc. Languedocienne de Géographie,* t. V, pp. 149-159, 1935.)

En introduisant la notion de « médiane », déjà utilisée par L. Besson, dans l'étude du régime pluviométrique de Montpellier, l'auteur arrive au résultat suivant : En moyenne, on observe une saison normale sur cinq et les saisons pluvieuses sont à peu près aussi nombreuses que les saisons seches. Au contraire, quand on caractérise les saisons par simple comparaison de la hauteur totale à la hauteur moyenne, on trouve peu de saisons normales et un plus grand nombre de saisons sèches que de saisons pluvieuses. L'auteur conclut que le choix de la valeur médiane comme normale et l'application des règles qu'il a indiquées pour caractériser la pluviosité ou la sécheresse d'une saison, fournissent des données beaucoup plus conformes aux observations pratiques faites par les agriculteurs que la simple comparaison des hauteurs totales avec les moyennes correspondantes qui est la méthode généralement suivie.

Geslin (H.) et Servy (J.). — Printanisation des blés et constante héliothermique. (*C. R. Acad. Agric. de France,* p. 355, 1934.)

« Printaniser » des blés consiste à maintenir à une température voisine de zéro degré, pendant plusieurs semaines, des semences dont le germe commence à peine à pointer. Le but de cette printanisation est de provoquer une réduction ultérieure du cycle végétatif.

En opérant sur du « Vilmorin 23 », les auteurs, tout au moins pour les premiers essais de printemps, ont retrouvé la constante héliothermique caractéristique de cette variété qu'ils avaient déterminée dans des essais antérieurs portant sur des semis faits en époque normale. On assiste ici à une véritable normalisation du blé : grâce à la printanisation, on peut allonger la période normale des semis. Mais il semble bien que, pratiquement, la printanisation ait des limites ; à partir d'une certaine date, quel que soit le temps de séjour au froid, le blé n'est plus capable d'assurer son plein développement.

Geslin (H.). — La température du sol. Action particulière du froid. Ses conséquences du point de vue agronomique. (*C. R. de la 1re Commission de l'Assoc. Intern. de la Science du Sol,* juillet 1934. — *La Météorologie,* janvier 1935.)

1° *La température du sol.* — L'étude des lois de la propagation de la chaleur dans le sol, celle des variations comparées de l'énergie radiante et de la température du sol, montre que celui-ci vérifie la « loi de modération » propre à tous les systèmes comportant des équilibres. Les variations de la température sont liées en outre, soit à la nature différente des sols, soit au travail du sol par les instruments de culture.

2° *Le froid et le sol.* — Le gradient de pénétration du gel dans le sol est très variable, dépendant notamment de l'intensité du refroidissement, de la nature et de l'état du terrain considéré. Toute couverture végétale, de même que la présence de la neige, ralentit considérablement la vitesse d'approfondissement de la gelée.

Le sol peut subir, du fait des gelées, des actions soit d'agrégation, soit de dispersion, mais il semble bien que le gel n'a que peu ou pas d'action sur la texture, non plus que sur la microstructure du sol. La structure des sols agricoles est essentiellement provisoire et instable, due à la formation de faux agrégats, c'est-à-dire de ceux qui peuvent se former sous l'action des forces de compression mises en jeu par les façons aratoires par exemple. L'action du froid apparaît comme étant du même ordre, le foisonnement qui en résulte étant comparable à celui provoqué par un labour.

3° *Action des gelées sur le sol du point de vue agronomique. Conclusions.* — Du point de vue agronomique, le froid apparaît comme un excellent agent d'ameublissement des sols. L'augmentation de rendement souvent constatée, résulte de l'amélioration des propriétés physiques du sol par suite d'un bon émiettement mécanique, plutôt que d'une solubilisation des éléments fertilisants qui n'a pu être mise en évidence que dans des cas très particuliers.

Geslin (H.) et Alabouvette (L.). — La qualité des blés cultivés au Centre de recherches agronomiques de Versailles en 1932-1933-1934. (*C. R. Acad. Agric. de France,* p. 1082, 1934.)

Les observations et mesures effectuées conduisent les auteurs à conclure que la qualité telle qu'elle est mesurée par l'extensimètre Chopin, est accrue par les conditions du climat qui provoquent l'échaudage, c'est-à-dire : haute température, sécheresse de l'air, faible approvisionnement en eau du sol, mais que cette action passe par un optimum.

Lorsque la température et la sécheresse de l'air dépassent certaines valeurs que les auteurs ne sont pas encore en mesure de préciser, mais qui se traduisent par une diminution du poids de 1.000 grains, ou lorsqu'elles interviennent à une période trop précoce de développement du blé, on assiste, au contraire, à une diminution de la qualité qui paraît débuter par une diminution de l'élasticité du gluten. L'optimum se traduirait par la vitrosité du grain.

Geslin (H.) et Servy (J.). — Sur un indice caractérisant la sécheresse du point de vue agronomique. (*C. R. Acad. des Sciences,* t. CC, p. 416, 1935.)

Pour déterminer le degré d'aridité d'une région, plusieurs formules simples ont été proposées. En géographie physique et en pédologie, on a surtout utilisé les rapports annuels ou

mensuels des précipitations, de la température, à l'évaporation ou au déficit de saturation P/T, P/E, P/S.

Les auteurs, après avoir montré que la considération de ces indices est insuffisante du point de vue agricole, pour caractériser le facteur sécheresse, proposent un nouvel indice qui tient mieux compte des effets cumulatifs du climat, l'indice $R = \Sigma P / \Sigma E$. Ils soulignent en outre que la valeur de l'indice qui doit être adoptée comme caractérisant le début de la sécheresse (indice de tendance) ne peut être fixée *à priori*, mais dépend d'une part de la nature et de l'état du sol (perméabilité et capacité de rétention pour l'eau), d'autre part de la nature et de l'état de développement de la plante considérée (coefficient de transpiration et coefficient de flétrissement).

Geslin (H.). — Les facteurs climatiques de la qualité. Contribution à l'étude de la qualité des blés. (*Ann. Agr.*, p. 205, n° mars-avril, 1935.)

L'auteur, après avoir essayé de dégager le sens dans lequel jouaient les différents facteurs du climat (eau, chaleur, lumière) souligne que le problème est loin d'être résolu, car il est difficile de séparer l'action propre de chacun d'eux. Seule l'application de la méthode expérimentale peut permettre d'arriver au résultat cherché. On a affaire à un complexe où une variation d'un des facteurs entraîne une variation de l'ensemble de ceux-ci. L'équilibre plus ou moins harmonieux existant entre les différents constituants de nos produits ne peut être que le résultat d'un certain équilibre particulièrement judicieux des facteurs climatiques. Et ici, la question de répartition dans le temps des phénomènes a autant d'importance, sinon plus, que leur intensité. Les exemples le démontrant sont nombreux, et l'auteur cite quelques expériences personnelles. Rechercher les conditions de ce double équilibre, définir les régions les plus favorables à telle ou telle culture, délimiter de véritables «crus», tel est le but à atteindre.

Geslin (H.), Marcel (M.) et Servy (J.). — Emploi du fumier artificiel dans la constitution des couches. (*C. R. Acad. Agric. de France*, p. 596, 1935.)

Des expériences poursuivies sur l'emploi du fumier artificiel dans la constitution des couches, il résulte que le fumier artificiel frais, préparé suivant la technique Demolon-Burgevin, surtout quand il est associé en parties égales à la paille additionnée d'une solution nutritive appropriée, est susceptible de fournir des mélanges thermogènes répondant aux besoins de l'horticulture. Ces mélanges permettent en effet d'éviter l'action brutale du coup de feu et ont fourni, en couches de printemps, une température voisine de 20° pendant près de trois mois.

Geslin (H.). — Quelques rapports de la climatologie avec la physique du sol. (*Bulletin Assoc. française de la Science du Sol*, t. I, fasc. 3, p. 52, 1935.)

Le sol étant un milieu vivant, ce qu'il importe de connaître, ce n'est pas tant l'état d'un sol à un instant donné, mais bien au contraire, les variations qu'il subit dans le temps et ce qui, de ce point de vue, caractérise chaque type de sol (dynamique du sol). Après avoir souligné, très succinctement, les problèmes soulevés en ce qui concerne l'eau, l'énergie radiante et le sol, l'auteur conclut que toutes les recherches précédentes seraient vaines si elles ne trouvaient leur «synthèse» dans la caractérisation des micro-climats.

Godard (M.). — Influence des conditions climatiques sur le développement de la betterave sucrière à Versailles en 1935. (Travail non publié.)

La méthode des semis échelonnés avec prélèvements en cours de végétation a conduit notamment aux résultats suivants :

1° L'action de la radiation solaire est précisée. En tenant compte de la surface foliaire, il y a proportionnalité entre la radiation globale et la quantité totale de matière sèche végétale élaborée. Il en est de même pour le saccharose mis en réserve.

Ces corrélations qui se sont vérifiées jusqu'à la récolte en 1935 montrent que l'utilisation de l'énergie solaire par les feuilles se poursuit suivant la même loi aux différentes époques du développement. Cependant, signalons, durant la période de sécheresse de juillet-août, un ralentissement relatif de la photosynthèse provoqué par le flétrissement des feuilles.

2° L'influence de la température du sol apparaît prépondérante, sur l'arrêt de la croissance de la racine en 1934 et 1935. En effet, malgré une humidité du sol très favorable, on constate un brusque ralentissement du développement dès que les maxima journaliers de la température du sol gazonné à 5 centimètres de profondeur descendent au-dessous de 19 à 20°. Au point de vue agronomique, le refroidissement du sol en septembre tend donc à limiter le rendement en racines fraîches.

Servy (J.). — Observations climatiques et physiques sur l'action de la sécheresse dans la production végétale. (*Annales agronomiques*, p. 446, 1935.)

Pour déterminer le degré d'aridité d'une région, plusieurs formules simples ont été proposées. En géographie physique et en pédologie, on a surtout utilisé les rapports annuels ou mensuels des précipitations à la température, à l'évaporation ou au déficit de saturation P/T, P/E, P/S.

Après avoir montré que la considération de ces indices est insuffisante du point de vue agricole, l'auteur retient l'indice $R = \Sigma P / \Sigma E$, proposé par H. Geslin et lui-même et montre qu'il rend compte d'une manière satisfaisante des faits tant biologiques que physiques observés.

Souty (J.). — Observations sur le développement de la vigne en 1935. (Travail non publié.)

En 1935, dans la région de Bordeaux, les gelées des 3 et 4 avril (— 2°6 et — 4°6 à 0 m. 40 de hauteur air libre) ont détruit sur certains cépages 80 p. 100 des bourgeons, amenant un retard d'une quinzaine de jours dans le développement de la vigne. Cette action des gelées, en dehors d'une diminution de récolte, a été particulièrement sensible sur la maturité qui, sur un même pied, a été irrégulière : les grappes des rameaux provenant du développement des contre-bourgeons ont présenté des différences nettes avec celles prélevées sur les rameaux normaux issus des bourgeons principaux. A la date du 9 octobre, des examens de moût de Cabernet franc ont donné les résultats suivants :

	DENSITÉ à 15°.	SUCRE par litre de moût.	ACIDITÉ totale.
	—	—	—
Rameaux normaux	1090,7	212 grammes.	4,8
Rameaux des contre-bourgeons	1086,5	199 —	5.3

Lutte contre les gelées.

Des expériences systématiques ont été effectuées notamment à Versailles et Clermont-Ferrand, tant en ce qui concerne la prévision locale des gelées qu'en ce qui a trait à la détermination des températures critiques des différentes espèces fruitières ou l'efficacité des moyens de protection.

Chaptal (L.). — Quelques méthodes de prévision des gelées de printemps. (*Progrès agricole et viticole*, t. I, pp. 303 et 328, 1935.)

L'auteur expose brièvement les différentes méthodes proposées en ce qui concerne la prévision des gelées :

1° Méthodes basées sur le pouvoir réfrigérant de l'air;

2° Méthodes basées sur la marche de la température (méthode de la température médiane, méthode maximum-minimum);

3° Méthode basée sur la température du sol.

L'auteur conclut que cette dernière méthode donne, à Montpellier tout au moins, les meilleurs résultats.

Geslin (H.). — La lutte contre les gelées et la grêle. Moyens pratiques connus à ce jour pour préserver les cultures. (*Rapport présenté aux Journées nationales de la production et du commerce de la pêche (fruit) en France,* Toulouse, 25-27 juillet 1935.)

Lutte contre les gelées. — L'auteur examine successivement les trois points suivants : *a.* Prévision locale des gelées; *b.* Températures critiques, seuils de résistance; *c.* Moyens de protection. L'auteur conclut qu'il faudrait entreprendre, comme en Amérique, une étude méthodique; il convient d'étudier la question des foyers, dimensions, forme, caractéristiques suivant le genre de cultures à protéger, etc. Il y a la question du combustible; si le gaz-oil paraît le produit de choix, le charbon sous forme de boulets, semble devoir donner satisfaction, de même le goudron sous certaines conditions. Enfin, une étude systématique des températures critiques des différentes variétés de nos espèces fruitières s'impose. A cette dernière question des températures critiques est liée celle de la fréquence et de l'intensité des gelées elles-mêmes.

Lutte contre la grêle. — L'auteur, après avoir rappelé qu'actuellement il n'existe aucun procédé de défense contre ce fléau ayant fait ses preuves, passe en revue les nombreux décrets pris en 1933 par le Ministère de l'Agriculture et qui sont un premier pas vers «la moralisation» de l'assurance-grêle.

Geslin (H.). — Observations sur les gelées de printemps et les moyens de protection. (*C. R. Acad. Agric. de France,* p. 1137, 1935.)

Faisant suite et complétant la mise au point précédente, cette note se borne à résumer les observations faites par l'auteur, tant sur la fréquence des gelées, que sur les seuils de résistance des diverses espèces fruitières de la région parisienne. Il donne en outre quelques précisions sur l'essai de nuit effectué avec des braseros au charbon (boulets) où on a pu noter un relèvement de température de l'ordre de 2 à 3° C.

Avertissements agricoles.

Le Service des Avertissements agricoles a continué à fonctionner dans les Centres de Bordeaux, Clermont-Ferrand, Colmar et les Stations de Montpellier et Saint-Julien-en-Genevois.

Ces avertissements concernent en général, les traitements à effectuer contre les maladies et insectes de la vigne, les maladies et insectes des arbres fruitiers.

Pour la région du Sud-Ouest, le nombre des abonnés est actuellement de 978 dont 761 particuliers et 217 collectifs (syndicats ou mairies). Les avis de traitements sont en outre publiés par la presse locale et radiodiffusés par la Station de T. S. F. de Bordeaux-Lafayette. En Alsace, les avis sont communiqués aux mairies des communes viticoles, aux présidents des 66 syndicats viticoles, à la presse agricole et à tous les journaux quotidiens de la région; ils sont d'autre part radiodiffusés par le poste de Strasbourg P. T. T. Quant à la Station de Clermont-Ferrand, de création récente (1930), elle étend actuellement son action sur les 7 départements suivants : Puy-de-Dôme, Allier, Nièvre, Cher, Loiret, Loire et Lot et le nombre d'abonnés s'élève en 1935 à plus de 2.000.

Branas (J.) et Bernon (G.). — Époque des traitements du mildiou de la vigne (*An. de l'Éc. N. Agr. Montpellier,* t. XXIII, 2, 1934.)

Après une brève étude critique de certaines méthodes de prévision des dates d'application des traitements cupriques, les auteurs donnent les règles générales d'une méthode

de défense fondée sur la nécessité de maintenir le feuillage sous une couche de produits cupriques. Ils soulignent la notion de cadence des traitements, cadence déterminée par un certain nombre de facteurs dont le rôle est précisé. La défense des grappes est finalement évoquée.

Schad (Ch.). — Le mildiou de la vigne. Avertissements et traitements. (*Congrès de la Défense sanitaire des végétaux*, p. 161, Janvier 1934.)

L'auteur après avoir rappelé la biologie du parasite, en fonction des facteurs pluie et température, précise les relations existant entre le développement du parasite et la végétation de la vigne. Puis, étudiant les méthodes d'avertissements employées, M. Schad montre que la lutte contre le mildiou est essentiellement préventive. Il faut être en mesure de prévoir les infections et leur importance pour déterminer, en tenant compte de la végétation de la vigne, le moment d'application des traitements. Cette prévision est actuellement possible et réalisée dans les conditions les plus satisfaisantes dans les centres de recherches relevant du Ministère de l'Agriculture.

Le nombre des traitements à effectuer est variable chaque année, étant fonction des facteurs climatiques, principalement de la pluie. Trois traitements peuvent être considérés comme indispensables (traitements d'assurance) : avant la floraison (protection des jeunes grappes), après la floraison (protection des jeunes grains); en fin de végétation pour protéger le feuillage contre les attaques tardives.

Station d'avertissements de Bordeaux. (J. Souty, chargé de la Direction.)

En 1934, trois traitements généraux ont été indiqués : les 12 et 30 mai (début floraison au Centre de Bordeaux, 30 mai) et le 20 juin. En outre, une application cuprique concernant les lieux bas et humides, a été conseillée le 1er mai et un traitement, mixte dans la généralité des cas a été indiqué dans la seconde quinzaine de juillet pour assurer la protection du vignoble, d'une part contre la deuxième génération de l'Eudémis, d'autre part contre les invasions tardives du Mildiou.

Au mois de septembre, à l'époque des vendanges, les lots de la parcelle d'expériences ne présentaient entre eux aucune différence sensible et on peut considérer que, dans nos sols de Graves, les attaques ont été nulles. Mais, dans les vignobles situés dans des sols plus humides, on a pu observer quelques dégâts.

Contre l'Oïdium, deux avis de traitements ont été donnés : les 5 juin et 5 juillet ; il a été conseillé chaque fois de faire emploi de soufre cuprique afin d'agir également contre le Mildiou de la grappe.

Contre l'Eudémis et la Cochylis, deux traitements : le 26 mai et le 11 juillet.

En 1935, cinq sulfatages généraux ont été recommandés aux dates suivantes : 20 mai, 3 juin, 19 juin (floraison générale au champ d'expérience le 24 juin), 29 juin et 16 juillet.

Il a été indiqué d'autre part : une application cuprique le 9 mai, concernant les lieux humides, un poudrage cuprique les 10 et 11 juillet pour préserver les graines de la contamination des 12 et 13 juillet, un traitement dans la première quinzaine d'août pour les jeunes plantations encore en voie de croissance.

Tous ces traitements ont assuré une protection efficace du vignoble. Fin juillet, les ceps témoins du champ d'expérience, qui n'avaient pas été protégés contre les attaques les plus graves des 24-27 juin et des 12-13 juillet, avaient leur récolte complètement anéantie.

Contre l'Oïdium, deux traitements ont été conseillés : les 22 juin et 17 juillet et contre l'Eudémis et la Cochylis, deux traitements également les 29 mai et le 20 juillet.

Arbres fruitiers. — Les traitements d'hiver ainsi que ceux de printemps ont fait l'objet de notes insérées dans le bulletin mensuel. Contre la Tavelure du Pommier et du Poirier, trois traitements : avant la floraison, immédiatement après la pleine floraison, quinze jours après le deuxième traitement, ont été préconisés; ils ont été effectués sur les arbres du Domaine et ont assuré une protection complète.

Station d'avertissements de Clermont-Ferrand. (Ch. Schad, directeur.)

Vigne. — En 1934, année à faible développement du Mildiou, quatre traitements liquides ont été préconisés : un traitement partiel, le 16 mai; trois traitements généraux, les 7 juin 26 juin et 20 juillet. Les plus importants sont ceux du 7 juin (préfloraison) et du 26 juin (nouure). En outre, deux poudrages au soufre cuprique ont été prescrits les 26 mai et 14 juin pour protéger contre l'Oïdium et le Mildiou de la grappe.

En raison de l'importance des vols des papillons d'Eudémis et de Cochylis, deux applications ont été indiquées : la première le 22 mai, la deuxième le 20 juillet.

En 1935, le Mildiou a présenté une intensité faible dans la Loire et le Puy-de-Dôme, moyenne dans le Cher et l'Allier, forte dans la Nièvre, le Loiret et le Lot. Les vols des papillons d'Eudémis et de Cochylis ont été très importants dans le Loiret, la Nièvre, le Cher, l'Allier, et la Loire; faibles dans le Puy-de-Dôme et le Lot.

Quatre traitements liquides et trois poudrages ont été prescrits contre le Mildiou, l'Oïdium et le ver de la grappe : un traitement partiel, contre le Mildiou, le 25 mai, trois traitements généraux les 7 juin, 20 juin et 19 juillet (Mildiou et Eudémis). Le traitement général du 20 juin était de beaucoup le plus important, car il a protégé les grappes contre les invasions du Mildiou qui se sont produites à la nouure. Le traitement général du 19 juillet, dirigé contre le ver des grappes et le Mildiou a assuré un bon aoûtement des sarments et la protection de la récolte. Les trois poudrages ont été recommandés les 15 juin, 2 juillet et 12 juillet.

Le Black Rot, qui sévissait avec intensité dans la région de Domérat (Allier) est en régression très nette en raison de l'application en temps opportun des traitements et par suite, de l'arrachage des vignes abandonnées qui constituaient des foyers endémiques.

Arbres fruitiers. — *Carpocapse.* Les résultats obtenus en 1934 et 1935 ont montré la nécessité de baser la lutte sur la connaissance exacte de l'évolution du parasite et la détermination de l'époque et de l'intensité des vols dans la nature. Ce contrôle est complété par l'élevage du parasite dans des cages placées dans la vigne d'expérience même.

La nécessité de traitements tardifs s'impose, car le cycle évolutif du Carpocapse ne présente pas chaque année les mêmes fluctuations que les phases végétatives du pommier : les facteurs climatiques agissent différemment sur le végétal et sur l'insecte.

En 1934, outre le traitement de fin floraison, trois applications de couverture ont été indiquées: 22 mai, 14 juin et 4 août. En 1935, trois traitements de couverture ont été préconisés en tenant compte des vols de papillons : 10 juin, 2 juillet, 10 août.

Les traitements d'assurance sont insuffisants pour permettre une protection de la récolte. En 1935, les arbres ayant reçu le traitement de fin floraison et le premier traitement de couverture, ont présenté 29 p. 100 de fruits véreux; ceux ayant reçu les trois traitements de couverture, 10 p. 100 seulement, les témoins sans aucun traitement, 67 p. 100.

Contre la *Tavelure,* deux traitements ont été indiqués : le 20 avril (début floraison) et le 15 mai (fin floraison).

Station de Viticulture et d'Œnologie de Colmar. (M. Percher, directeur.)

Vigne. — En 1934 un seul traitement contre le Mildiou a été conseillé le 23 juillet, à la suite des orages du 21.

Contre l'Eudémis et la Cochylis, deux avis de traitements ont été lancés les 16 mai et 6 juillet. On a pu constater à nouveau que ces dates correspondaient bien à celles que l'expérience a montrées comme optima pour l'efficacité du traitement, c'est-à-dire au milieu des pleins vols.

Dans le Haut-Rhin, le plein vol de première génération de l'Eudémis s'est effectué du 5 au 22 mai avec maximum des captures du 11 au 14. Dans le Bas-Rhin, le plein vol a commencé, comme d'habitude, avec quelques jours de retard sur le Haut-Rhin.

Dans les deux départements le plein vol de la Cochylis (première génération) s'est effectué

parallèlement à celui des Eudémis. Toutefois, dans le Bas-Rhin, la Cochylis a une légère tendance à devancer l'Eudémis.

Pour la deuxième génération au contraire, et dans chaque département, les deux pleins vols sont décalés d'une huitaine de jours, le premier en date étant celui de la Cochylis (27 juin au 12 juillet dans le Haut-Rhin; 1er au 11 juillet dans le Bas-Rhin).

Au total, les captures de Cochylis ont été dans le Haut-Rhin 2,5 fois et dans le Bas-Rhin 2,1 fois plus nombreuses que celles des Eudémis.

Enfin, notons qu'on a voulu voir une relation entre l'orage du 2 juillet (les chutes d'eau et de grêle variant de 31 à 79 millimètres suivant les régions) et la disparition des papillons. Il n'en est rien, le vol étant déjà terminé depuis quelques jours lorsque l'orage se produisit comme en témoignent d'ailleurs les communes épargnées par l'orage.

En 1935, le vignoble a subi deux invasions de Mildiou : celle du 10 juin provoquée par les pluies de fin mai et celle du 16-20 juillet provoquée par la pluie du 4 (durée d'incubation, 12 jours dans les deux cas). Trois traitements ont assuré la protection du vignoble. Le 24 mai, traitement mixte (traitement d'assurance contre le Mildiou, traitement contre la première génération de papillons); le 6 juin, traitement dirigé uniquement contre le Mildiou; le 18 juillet, traitement mixte.

En ce qui concerne la Cochylis et l'Eudémis, le maximum des captures a eu lieu respectivement du 25 au 30 mai pour la première génération et du 16 au 25 juillet pour la deuxième : d'où les traitements préconisés les 22 mai et 18 juillet pour être appliqués les 24 mai et 20 juillet.

En 1935, l'Eudémis domine dans les deux départements (100 Eudémis pour 79 Cochylis) contrairement à ce qui avait été observé en 1934. Comme les années précédentes, le décalage et la prolongation d'une huitaine de jours du vol des Eudémis sur celui des Cochylis se vérifient à nouveau. Au début du vol de deuxième génération, la Cochylis vole presque seule, tandis qu'à la fin, on ne rencontre plus que des Eudémis.

AMÉLIORATION DES PLANTES DE GRANDE CULTURE.

BLÉ.

I. Observations sur les variétés cultivées.

A. Identification des variétés. — La Station de Versailles, chargée du contrôle de l'identité et de la pureté des semences ainsi que de l'étude des nouveaux blés avant leur admission au Catalogue des Espèces et Variétés et au Registre des Plantes sélectionnées, a poursuivi ses études sur les caractères et aptitudes des variétés actuellement cultivées.

Ces études ont montré qu'il est possible, en faisant appel aux petits caractères de l'épi et du grain, d'identifier la grande majorité des blés actuellement cultivés. Un tableau de détermination des principales variétés françaises basé sur ces caractères, sera publié en 1936.

B. Sensibilité à la rouille jaune (*Puccinia glumarum*). — Les observations effectuées en 1934 et 1935, à Versailles, en milieu extrêmement favorable au développement de la rouille jaune, ont permis de classer les variétés de la façon suivante :

1° Variétés résistantes à tous les stades du développement (moins de 5 p. 100 de surface foliaire détruite) : *Garnet, Ile-de-France, Providence, Ridit, Warren*;

2° Variétés assez résistantes à tous les stades du développement (5 à 10 p. 100 d'attaque) : *Chanteclair, Florence 135, Fylgia de printemps, Meline, Moutot à épi rouge, N. R., Parsel, P. L. M. 1, Pont Cailloux, Saissette de Maninet, Siegerlander, Victoria blanc, Général Von Stocken, Yeoman;*

3° Variétés peu sensibles (10 à 30 p. 100 d'attaque) :

a. Peu sensibles avant l'épiaison, résistantes après l'épiaison : *B. 2 (Schribaux), Bon Fermal, Bon Moulin, Bataille 28, D. K., Eral, Extra Kolben II, Goldendrop 184, Hâtif de Wattines, Ina, Moulin Neuf, Rimpau's fruher Bastard, Rieti II, Teverson, Way.*

b. Assez résistantes avant l'épiaison, peu sensibles après : *Alsace 22, Capy, D. C. Tourneur, Hybride du Joncquois, Marquis, Rationnel, Wilson.*

4° Variétés assez sensibles (30 à 50 p. 100 d'attaque) :

a. Assez sensibles avant l'épiaison, résistantes après : *Blanc hâtif Cambier, Bordier, Cérès, Cervaro, Dattel, Favori, Hybride 77 (Tourneur), Imperator, Innovation Bataille 30, Japhet-Parsel, Monette, Olympique, Oscar Benoist, Poilu du Tarn, Préparateur Étienne, René Leblond, Rouge de Saint-Laud, Sully, Talisman, Venoge rouge, Victoria d'automne, Vilmorin 27, Vilmorin 29, Virgilio, Vuitebœuf, Wilhelmina;*

b. Variétés résistantes avant l'épiaison, assez sensibles après : *Aurore, Blanc précoce.*

5° Variétés sensibles (50 à 75 p. 100 d'attaque) :

a. Sensibles à tous les stades du développement : *Argonne, Aurèle Gaby, Bladette de Besplas, Blé seigle, Bordeaux, Briquet jaune, Carlotta Strampelli, Carnac, Cloches 26, D. D., Diamant, Flèche d'Or, Gironde, Goldendrop, Hybride du Centenaire, Hybride 40, Hybride 46, Inversal, Japhet, Japhet-Alsace, Jules Tézier, La Fayette, Messidor, Paix, Prince Léopold, Provinois, Roland, Sol I, Square head 240, Trésor, Tuzelle 70, Varrone, Vaumarcus, Vilmorin 23, Zara, Hybride 1001 Tourneur.*

6° Variétés très sensibles (75 à 100 p. 100 d'attaque) :

a. Résistantes avant l'épiaison, très sensibles après : *Fédération, Mentana;*

b. Très sensibles à tous les stades : *Ardito, Barbu à gros grain, Bon Fermier, Gefir, Hâtif de Saône, Hâtif Inversable, Montcalme XXII, Noé, Peragis, Rouge de Presle, Tuzelle de la Drôme, Villa Glori.*

II. Qualité.

Les Stations de Versailles, Clermont-Ferrand et Colmar ont poursuivi leurs recherches sur les facteurs qui conditionnent la qualité des blés et sur le mode de transmission du caractère «force» dans les croisements.

On a pu mettre en évidence l'influence considérable du milieu sur la qualité du grain fourni par une variété donnée (poids de l'hectolitre, teneur en gluten, qualité du gluten) et montrer que les conditions météorologiques au moment de la maturation ont une grande importance du point de vue qualité du gluten [1] [2] [3].

L'application de la méthode Pelshenke a permis à M. Meneret [4] (Colmar) d'étudier le mode de transmission du caractère «bon gluten» dans les croisements. Le graphique *1* montre que ce caractère est récessif; le graphique *2* fait ressortir la présence de transgression dans la descendance F_2 du croisement Vieux Ferrette × Vilmorin 27; un certain nombre d'individus étant d'une qualité très supérieure à celle du parent le meilleur.

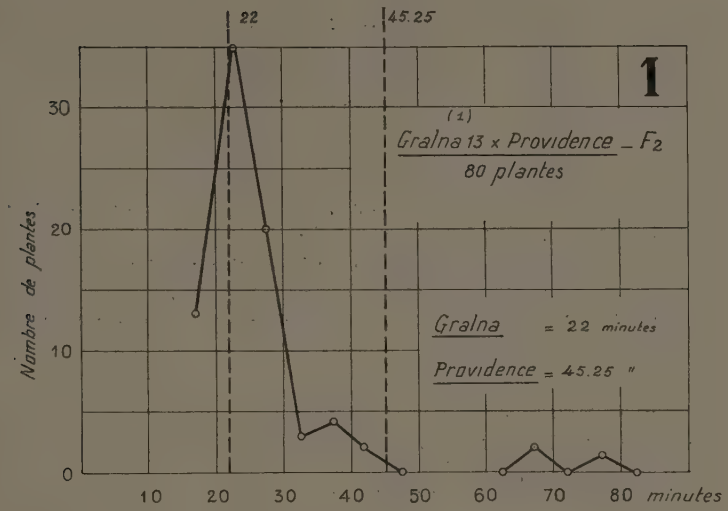
En 1935, la qualité des blés de la région de Colmar a fléchi fortement pour toutes les variétés. Le fait est dû à la présence d'un pourcentage assez élevé de grains piqués par des punaises. Ces dégâts résultent probablement d'une pullulation anormale (années sèches successives) de ces hémiptères.

[1] Alabouvette (L.). — Les facteurs de la qualité du blé. (*C. R. Ac. d'Agr.*, t. XX, n° 18, mai 1934.)

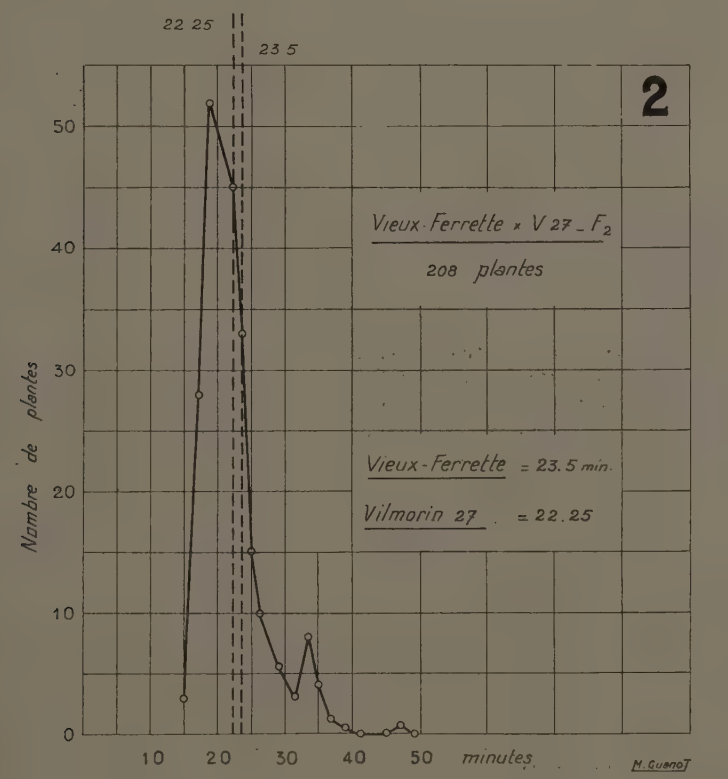
[2] Alabouvette (L.). — La qualité des blés cultivés en France et le problème de son amélioration. (*Ann. Agro.*, t. 4, n° 2, mars-avril 1934.)

[3] Alabouvette (L.) et Geslin (H.). — La qualité des blés cultivés au Centre des Recherches agronomiques de Versailles en 1932, 1933 et 1934. Influence des conditions météorologiques. (*C. R. Ac. d'Agr.*, t. XX, n° 33, déc. 1934.)

[4] Meneret (G.).— Méthode Pelshenke et Extensimètre. (*Le Sélectionneur*, vol. IV, fasc. 1, mars 1935.)



(1) Gralna = (G^{a} x Rouge d Alsace) x Ina



III. Comportement et création de variétés.

Alsace. — La sélection pratiquée dans les blés de pays a permis d'isoler un blé *Vieux Ferrette* inscrit en 1935 au Catalogue des Espèces et Variétés cultivées. C'est une variété assez voisine d'*Alsace 22*, épiant un ou deux jours plus tard, de bonne résistance au froid, reprenant bien au printemps, plus résistante à la rouille, plus productive et de meilleure qualité qu'*Alsace 22*.

Cette variété est destinée à remplacer *Alsace 22* dans les terres médiocres ou moyennement fertiles, sous un climat rude.

La sélection dans les populations issues de croisements entre blés très productifs et blés résistants au froid se poursuit.

L'hiver 1933-1934 avec —19° sans neige le 16 décembre 1933, a fortement endommagé les variétés *Souche 115* et *Chanteclair* (50 p. 100 de plantes détruites) et a attiré de nouveau l'attention sur le danger que présente la culture en Alsace des blés sélectionnés dans le Nord et la région parisienne.

Auvergne. — Des expériences effectuées par la Station de Clermont-Ferrand, il ressort que *Vilmorin 27* est actuellement la variété la mieux adaptée aux terres riches de la Limagne et que les semis denses mais à grand écartement sont à conseiller.

Des hybrides destinés à remplacer en demi-montagne *Bon Fermier, Trésor, B. 2* (*Schribaux*) et *Préparateur Étienne* sont à l'étude. Certains d'entre eux sont à la fois résistants au froid et de bonne qualité.

Région de Paris. — Le comportement à Versailles en 1934 des variétés les plus cultivées actuellement a fait l'objet d'une publication de Mme Friedberg (R.) et Jonard (P.) [1].

Dans la descendance des croisements *Vilmorin 23* × *Garnet* et *Mentana* × *Manitoba* ont été isolées des formes productives et de bonne qualité réussissant bien en semis de printemps.

ORGES DE BRASSERIE.

En 1934 et 1935, la Station de Versailles s'est plus particulièrement attachée à la recherche des caractères distinctifs utilisables pour la détermination des variétés d'orges cultivées en France. Ce travail est assez avancé et permettra la publication prochaine d'une description détaillée des variétés d'orges de brasserie. Les Stations de Colmar et Clermont-Ferrand se sont préoccupées surtout de rechercher les variétés les plus recommandables pour la plaine d'Alsace, l'Auvergne et la région du Puy (Haute-Loire).

Les expériences ont montré que dans ces régions la variété *Probsdorf*, orge d'hiver à deux rangs obtenue par le Professeur Tschermak, constitue une excellente acquisition. Si cette variété est un peu moins productive que certains escourgeons (*Ile-de-Ré, Prof. Damseaux*) elle doit finalement assurer un rendement argent plus élevé que ces derniers, car son grain est de meilleure qualité et commence à être très apprécié en brasserie (poids de l'hectolitre élevé, faible déchet au triage). De plus, cette orge est très résistante à l'hiver.

Orges du Puy. — La Station de Clermont-Ferrand a isolé, dans des populations cultivées dans la région du Puy, un certain nombre de lignées dont elle étudie le comportement en Limagne et en Haute-Loire au double point de vue cultural et brassicole.

Orges d'Alsace. — Les expériences comparatives effectuées depuis 1930 font ressortir le rendement élevé et régulier de la *Souche 142*. Elles font apparaître aussi, entre les variétés, des différences notables et assez constantes de finesse des écorces tandis que la teneur en protéine semble plus influencée par les conditions de végétation et de récolte que par la variété.

[1] Friedberg (R.) et Jonard (P.). — Essais comparatifs de céréales en 1933-1934 à la station de Versailles. (*Le Sélectionneur*, vol. III, fasc. II et III, 1934.)

Les orges *Hado* et *Betghe XIII* par exemple, accusent toujours un pourcentage de glumelles nettement inférieur à ceux de *Souche 142* et de *0.174 Montagne*.

La Station de Colmar étudie en outre la descendance d'un certain nombre d'hybrides effectués en vue d'allier la productivité et la résistance à la verse des orges d'Alsace (*Souche 142, Souche 179*) à la finesse des écorces des variétés (*Hado, Betghe XIII* et *Sarah*).

Les observations dans les collections de la Station ont montré la fréquence des hybrides naturels chez l'orge et la fluctuation de certains caractères couramment utilisés pour la distinction des variétés (baguette du grain, épines des nervures dorsales).

AVOINE.

Les Stations de Versailles et Clermont-Ferrand poursuivent leurs travaux en vue de l'obtention de variétés productives et résistantes à la verse susceptibles de remplacer les avoines suédoises et hollandaises les plus cultivées actuellement.

Des avoines fatuoïdes apparues à Versailles en 1929 et 1930 ont été étudiées [1].

SEIGLE.

Les expériences effectuées par la Station de Clermont-Ferrand ont montré que, parmi les seigles améliorés étrangers susceptibles de remplacer les seigles du pays trop sensibles à la verse et peu productifs, les variétés : *Petkus* (Allemagne) et *Wierzbienski* (Pologne) sont à préférer en terre riche. Les variétés *Pulawy* (Pologne) et *Edelhofer* (Autriche) sont également à conseiller.

A la suite d'une série de croisements dans lesquels sont intervenus les seigles de pays, le seigle de Zeeland, de Kraft et Petkus, la Station de Clermont-Ferrand a obtenu un seigle *Grand Crouelle* destiné à remplacer, en montagne, le seigle de pays et le seigle Petkus.

Cette variété de précocité intermédiaire entre le seigle de pays et *Petkus* présente une bonne résistance à la verse alliée à une paille souple et fine. Sa productivité est comparable à celle de *Petkus*.

Les recherches sur l'influence de l'autofécondation forcée et sur les possibilités d'utilisation de l'Heterosis dans l'amélioration du seigle sont poursuivies, elles donneront lieu à une publication spéciale.

Par autofécondation répétée, on a obtenu de nombreuses formes aberrantes dont les plus remarquables sont des seigles sans barbes, des épis composés, des plantes sans pruine, etc.

POMME DE TERRE.

I. Identification des variétés.

Les observations effectuées à Versailles sur la collection des variétés actuellement cultivées en France a permis l'établissement d'un tableau de détermination basé sur les caractères du tubercule et du germe [2] en attendant que puisse être publiée une description complète des principales variétés cultivées.

II. Origine du plant et maladies de dégénérescence.

Les expériences poursuivies en montagne par la Station de Versailles [3] [4] ont vérifié à nouveau que la sélection sanitaire de la pomme de terre est possible en montagne à certaines

[1] Alabouvette et Mme Friedberg. — Étude de quelques avoines fatuoïdes. (*Ann. des Épiphyties et de Phytogénétique*, vol. 1, 1934-1935.)

[2] Diehl. — La détermination des variétés de pommes de terre au moyen des caractères du tubercule et des germes. (*Le Sélectionneur*, vol. III, f. 1, 1934.)

[3] Ducomet et Diehl. — La culture en montagne et les maladies de dégénérescence de la pomme de terre. (*Ann. Agr.*, t. IV, n° 3, mai-juin 1934.)

[4] Ducomet et Diehl. — La culture de la pomme de terre en montagne et les maladies de dégénérescence. (*C. R. A. d'Agr.*, t. XX, n° 7, 1934.)

altitudes, car les maladies de dégénérescence s'y extériorisent mieux et la contamination y est souvent moins rapide qu'en plaine.

Elles n'ont pas confirmé la supériorité d'une semence d'origine montagnarde saine sur la semence témoin, également saine, provenant de cultures de plaine.

La supériorité manifestée par certaines semences d'origine montagnarde tient uniquement à leur état sanitaire meilleur.

La Station de Versailles a cultivé en 1935 du plant fourni par les différents syndicats français de sélection. Des constatations effectuées, il résulte que le milieu breton paraît le plus favorable à la sélection et qu'il est possible d'y maintenir certaines variétés dans un état sanitaire très satisfaisant.

La Station de Colmar a poursuivi ses comparaisons entre les plants allemands, polonais et français (breton) pour les variétés *Industrie* et *Erdgold* et montré que le plant breton a la même valeur que le plant allemand ou polonais.

III. Comportement des variétés.

Le comportement des variétés vis-à-vis de la galle verruqueuse a été étudiée par MM. Ducomet et Diehl [1] [2].

Les expériences effectuées à Colmar ont montré que, parmi les variétés susceptibles de remplacer *Industrie* en Alsace, *Konsuragis* et *Ackersegen* sont les plus productives, puis viennent *Cellini, Ovalgelbe* et enfin *Erdgold* et *Goldwahrung*. Ces dernières variétés ont le défaut de diminuer très rapidement de vigueur sous l'influence des maladies de dégénérescence.

PLANTES FOURRAGÈRES.

I. Luzerne. — A. *Comportement des luzernes de différentes provenances.* — Les comparaisons effectuées à Versailles, Colmar et Clermont-Ferrand avec les principales provenances de luzerne, ont montré que les luzernes européennes donnent dans tous les cas un rendement fourrager supérieur et sont moins sensibles au froid ou aux maladies que les luzernes extra-européennes [3] [4].

Parmi les luzernes européennes, la luzerne de Hongrie est celle qui, avec les luzernes françaises, donne les résultats les meilleurs et les plus réguliers.

Une population sélectionnée en Seine-et-Oise (Ormelong) s'est montrée depuis quatre ans très supérieure comme productivité, précocité, résistance aux maladies à toutes les provenances essayées.

B. *Sélection.* — La sélection des luzernes est poursuivie à Versailles et Colmar, à partir du matériel isolé dans les meilleures provenances.

II. Trèfle violet. — Les comparaisons effectuées à Versailles, Clermont-Ferrand et Colmar mettent en évidence la supériorité des trèfles français sur les trèfles d'origine italienne ou américaine. Le trèfle de Pologne donne de bons résultats à Versailles. Parmi les provenances françaises, les trèfles bretons, normands et alsaciens paraissent les meilleurs.

ARBORICULTURE FRUITIÈRE ET HORTICULTURE.

I. Arboriculture fruitière. — En 1935, la Station de Versailles a étudié la germination du pollen de 60 variétés de poiriers et de 90 variétés de pommiers de la collection de l'École nationale d'Horticulture.

[1] Diehl. — État actuel de la maladie verruqueuse de la pomme de terre (la question des variétés). (*Rev. de Path. vég. et Ent. Agric.*, t. XXI, p. 1, janv., févr. 1934.)

[2] Ducomet et Diehl. — La galle verruqueuse de la pomme de terre. Mise au point de la question de la résistance des variétés. (*Ann. des Épiph. et Phytog.*, vol. 1, 1934-1935.)

[3] Alabouvette et Meneret. — Comportement des différentes provenances de luzerne. Orientation à donner à la production française des semences de luzerne en France. (*Ann. Agr.*, n° 3, mai-juin 1935.)

[4] Alabouvette et Meneret. — Comportement des différentes provenances de luzerne. (*C. R. A. d'Agr.* t. XXI, avril 1935.)

Des numérations chromosomiques ont été effectuées sur 60 variétés de pommes et de poires.

Les résultats obtenus qui confirment et complètent les travaux étrangers sur le même sujet seront vérifiés en 1936.

Les expériences effectuées à Clermont-Ferrand ont permis de classer les variétés de pommes en trois catégories, suivant le pouvoir germinatif du pollen en solution sucrée 10 p. 100.

1° Germination de 40 à 60 p. 100 : *Calville blanc, Reine des Reinettes, Calville rouge, Grand Alexandre, Jonathan;*

2° Germination de 25 à 40 p. 100 : *Reinette du Mans, Reinette de Caux;*

3° Moins de 10 p. 100 : *Canada blanc, Canada gris, Teint frais, Baldwin.*

Canada blanc très cultivé en Auvergne est une variété à mauvais pollen et à peu près autostérile. Le pourcentage de nouaison par autofécondation est d'environ 1 p. 100. Si la floraison est abondante et les conditions météorologiques favorables, cette proportion est suffisante pour assurer une récolte normale, ce qui ne se produit guère qu'une année sur dix.

Pour assurer la récolte, la présence dans les vergers de *Canada* de variétés à bon pollen (*Calville blanc, Calville rouge, Jonathan*) est une nécessité.

Une proportion de 10 p. 100 d'arbres à bon pollen est à recommander.

II. Horticulture. — La Station d'Antibes a poursuivi ses introductions de plantes utiles ou ornementales. Elle a suivi des descendances d'hybrides de rosier et d'œillet et étudié les anémones du point de vue génétique et cytologique [1].

A Versailles, M. Titard a montré que chez l'asperge, il y aurait intérêt à ne cultiver que les pieds mâles et a essayé de mettre au point une technique de séparation des pieds mâles et femelles dès l'année du semis [2].

PLANTES ADVENTICES.

L'étude des plantes adventices, de leur évolution, de leur mode de développement et de propagation, de leur biologie en un mot, étude qui a fait à l'étranger l'objet de travaux importants n'a pas été conduite en France d'une manière aussi rigoureuse, faute d'éléments de travail groupés de telle manière que l'on puisse suivre pas à pas le comportement de ces plantes. C'est pourquoi M. François, grâce à l'existence d'un jardin botanique consacré aux plantes ci-dessus envisagées, s'est proposé d'étudier les semences et les premières phases du développement des plantes commensales des céréales, réservant pour plus tard l'étude des espèces commensales d'autres cultures. Il s'est occupé tout d'abord des semences des végétaux qui se rencontrent partout ou à peu près et, dans une seconde série de chapitres, il étudiera les semences qui interviennent dans la détermination des provenances. Comme d'autre part la connaissance des formes que présentent les végétaux dans les premières phases de leur développement constitue une part importante de leur biologie et devient le complément naturel de l'étude des semences, M. François décrit, pour chaque famille, plusieurs types de jeunes plantes qui font l'objet d'une étude très serrée. Ce travail est en cours. Un premier mémoire a été publié dans les *Annales des Épiphyties* [3] en 1936; d'autres suivront régulièrement.

[1] Guinochet. — Contribution à l'étude génétique et cytologique du genre *Anémone*. (*Rev. de Cyt. et de Cytoph. végét.*, t. 1, 1935.)

[2] Titard (A.). — Les caractères sexuels secondaires de l'asperge. De l'intérêt qu'il y aurait à ne cultiver que les pieds mâles. (*Le Sélectionneur*, vol. IV, fasc. 3-4, 1935.)

[3] François. (L.). — Semences et premières phases du développement des plantes commensales des végétaux cultivés (*Ann. des Ep. et de Phytog.*, t. II, fasc, 2, p. 125, 1936.)

PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

MALADIES DES CÉRÉALES.

Piétin du blé. — Bien que le blé ait végété en 1933-1934 dans des conditions d'assez grande sécheresse, les infections par *Cercosporella herpotrichoïdes* Fron et *Ophiobolus graminis* Sacc [1] ont pu être réalisées en champ d'expériences, si bien que ces parasites ont déterminé de sérieuses réductions de poids :

		POIDS de la récolte.
Témoin		100 kilogrammes.
Parcelles infectées	par *Cercosporella herpotrichoïdes*	29 —
	par *Ophiobolus graminis*	61 —

Le *Cercosporella herpotrichoïdes* a évolué surtout pendant l'automne et l'hiver, période où, en dépit de la sécheresse relative de la campagne, il a trouvé une humidité qui s'est atténuée au printemps et durant l'été, c'est-à-dire au moment où l'*Ophiobolus graminis* s'est développé.

En terre préalablement stérilisée, la contamination a abouti à une infection plus intense, aussi bien dans le cas du *Cercosporella herpotrichoïdes* que dans celui de l'*Ophiobolus graminis*.

La printanisation des blés n'a exercé aucune influence sur leur comportement vis-à-vis des parasites qui déterminent le Piétin.

La recherche des hôtes de *Cercosporella herpotrichoïdes* et d'*Ophiobolus graminis* a été poursuivie.

Le *Cercosporella herpotrichoïdes* a attaqué les dix espèces de *Triticum* sur lesquelles on l'a fait agir. Il n'a parasité qu'une avoine : *A. orientalis*. Il ne s'est développé sur aucune des autres espèces de graminées, auxquelles on l'a opposé.

L'*Ophiobolus graminis* Sacc a attaqué toutes les espèces de *Triticum*, toutes celles d'*Hordeum*, ainsi que l'*Avena sativa* L. (*A. multiflora* de Versailles ; *A.* de Houdan ; l'*A. flavescens* L. ; l'*A. elatior* L. ; les espèces sont toutes très faiblement attaquées ; le *Secale cereale* L. (Petkus), faible attaque ; le *Zea Mays* L. (toutes les variétés) ; l'*Holcus saccharinus* L., le *Setaria germanica* Pol. Baev. ; le *Panicum italicum* L. (les racines de maïs, sorgho, millet sont assez intensément attaquées).

Les résultats des travaux de 1934-1935 ont été communiqués à l'Académie d'Agriculture [2] et condensés en un mémoire qui a paru dans les *Annales des Épiphyties et de Phytogénétique* [3].

Carie du blé. — M^lle^ Gaudineau poursuit ses études sur ce sujet.

Action des anticryptogamiques : Un certain nombre de matières colorantes, ainsi que des composés à base de naphtol, ont été mis en comparaison avec les produits utilisés à l'ordinaire pour la désinfection des semences : bouillie bordelaise, formol et chlorure cuivreux. Des résultats satisfaisants ont été obtenus avec quelques-uns de ces produits.

Résistances comparées : 29 variétés d'Orge et 3 variétés de Seigle ont été semées après enrobage dans des spores de carie. On n'a pu obtenir d'infection. Parmi les espèces bota-

[1] Foëx (Et.). — Quelques observations sur les maladies du pied des céréales. (*C. R. Académie d'Agriculture*, 21 mars 1935.)

[2] Foëx (Ét.). — Quelques maladies qui ont attaqué les cultures pendant une période hivernale. (*C. R. Académie d'Agriculture*, 6 février 1935.)

[3] Foëx (Ét.). — Étude expérimentale des Piétins du blé au cours de la campagne 1934-1935. (*Annales des Épiphyties et de Phytogénétique*, t. II, fasc. 1, p. 1-11, 2 fig., Paris 1936.)

niques : *Triticum monococcum* L., *T. dicoccum* Schrebl., *T. spelta* L.; *T. polonicum* L. et *T. compactum* Host, le *T. compactum* s'est montré le plus sensible aussi bien en semis de printemps qu'en semis d'automne. Parmi les blés cultivés, Baulmes a été essayé pour la première fois en semis d'hiver. Le faible pourcentage d'infection (1 p. 100) a confirmé les résultats obtenus au printemps 1933 (0,1 p. 100). Comme blés de printemps, les variétés Mentana et Van Hook ont montré une plus grande sensibilité (7 p. 100 et 9 p. 100 d'épis cariés respectivement).

L'étude comparative de la virulence des caries de diverses origines a été poursuivie : la carie provenant de Cosel s'est encore montrée la plus virulente, celle de Versailles la moins virulente. Ces différences sont surtout sensibles par rapport aux variétés résistantes : Red Hussar; Martin et Ridit. Divers points concernant l'augmentation de la virulence du matériel infectieux ont été étudiés, sur lesquels une étude détaillée sera fournie.

MALADIES DE LA POMME DE TERRE.

Flétrissement de la plante et altérations portant sur l'anneau vasculaire. — Une maladie présentant ces symptômes a sévi dans plusieurs régions de Bretagne, aussi bien que dans le Limousin, et dans le département de la Loire (1934-1935).

Entre autres espèces fongiques isolées de pieds prélevés dans ces régions, il convient d'indiquer le *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl [1], dont la constance a attiré l'attention de MM. Foëx et Lansade. Ils devaient retrouver ce champignon dans un tubercule de provenance marocaine et dont ils furent redevables à l'obligeance du Professeur Costantin.

Trois souches de *Fusarium oxysporum* ont été utilisées au cours de l'expérimentation à laquelle ils se sont livrés (*Fusarium oxysporum*, Bretagne, Loire, Maroc).

Résultats : Des inoculations réalisées avec le *Fusarium oxysporum* souches de Bretagne et souches du Maroc ont abouti à des flétrissements qui ont été obtenus dans environ le cinquième des cas.

Les feuilles se sont desséchées, mais sont restées fixées à la tige. Le mycélium existe dans la base de cet organe-ci, aussi bien que dans les stolons. Des microconidies se trouvent situées dans les vaisseaux de la tige, au-dessus du point où s'observe le mycélium.

Les témoins, obtenus à partir des demi-tubercules correspondant à ceux qui ont fourni les plantes soumises à l'infection, sont restés indemnes.

Avec les espèces suivantes, qui avaient été isolées de la Pomme de terre, aucune infection n'a pu être réalisée : *Fusarium oxysporum* var. *aurantiacum* (Sk.) Wr.; *F. orthoceras* [2] Appel et Wollenweber; *F. orthoceras* App. et Wr. var. *longius* (Sherb.) Wr.; *F. moniliforme* Sheld; *F. Solani* (Mont.) App. et Wr.; *F. coeruleum* (Lib.) Sacc.; *Cylindrocarpon radicicola* Wr. var. *violaceum* Hoch; *Septomyxa affinis* (Sherb.) Wr.

Bactéries : Ces organismes ont été constatés dans la région de l'anneau vasculaire chez des tubercules portés par des plantes chez lesquelles des phénomènes de flétrissement avaient été reconnus en Bretagne. Des bactéries ont également été observés chez des tubercules provenant de Bretagne ou du Limousin.

Des isolements ont été effectués dans l'un et l'autre cas. Quatorze souches ont été obtenues en 1936 par M. Mocquot. Les essais d'infection ont permis à M. Lansade d'en retenir deux :

1° L'une voisine du *Bacillus phytophtorus* Appel, mais en différant tant par son mode de croissance sur Pomme de terre que par la production d'hydrogène sulfuré H^2S.

2° L'autre fluorescente (dite Z^2) a donné sur tubercules des infections se traduisant par le brunissement de l'anneau vasculaire. Le Docteur Stapp, à la courtoisie duquel nous tenons

[1] Les déterminations des diverses espèces fusariennes ont été effectuées par les docteurs Wollenweber et Reinking, à l'amabilité desquels nous tenons à rendre hommage.

[2] En 1936, des inoculations réalisées avec le *Fusarium orthoceras* ont abouti à des flétrissements.

à rendre hommage, croit devoir la rapporter au *Bacterium xanthochlorum* Sch, dont nous avons constaté qu'elle présente, en effet, les caractères.

Les inoculations expérimentales, qui avaient au début abouti à des échecs, devaient, par la suite, démontrer le rôle pathogène de la bactérie Z^2 (sans doute *Bacterium xanthochlorum*). Cet organisme a pu être réisolé à nouveau.

Maladies à virus : En collaboration avec le Professeur Feytaud et M. Bruneteau, M. Dufrenoy s'est, en 1934-1935, efforcé de répondre aux questions suivantes :

1° *Pourquoi certaines des semences sélectionnées produisent-elles, dès la première année, des cultures dégénérées ?* Dans le Sud-Ouest, le virus y est véhiculé par le *Myzodes persicae* Sulz., qui hiverne sur les Choux et vit ensuite sur le Pêcher. Partant de cet arbre, les ailés transmettent le virus *y* à la Pomme de terre.

Les Pommes de terre irlandaises, qui, grâce à la sélection du Professeur Murphy, se trouvaient être, au début de la campagne, exemptes de virus, sont ensuite soumises à l'infestation par le *Myzodes persicae*. Celui-ci les a piquées soit en cours de végétation sur les feuilles, soit en hiver sur les bourgeons des tubercules. Dans ces conditions les plantes manifestent l'année suivante les symptômes du virus *y* pur.

Mais beaucoup de pommes de terre, résultant d'une sélection moins rigoureuse, portent, malgré leur apparence saine, le virus *x* sous forme latente. L'inoculation du virus *y* à ces plantes réalise le complexe $x \times y$ cause de la frisolée.

2° *Peut-on maintenir pratiquement les Pommes de terre exemptes de virus ?* M. J. Dufrenoy croit pouvoir y parvenir en les isolant dans la forêt landaise.

Les semis que M. Bouget effectue à Bagnères-de-Bigorre proviennent des plantes exemptes de virus. M. J. Dufrenoy s'efforce de protéger les plantes sous des cages d'élevage les mettant à l'abri des attaques de pucerons.

3° *L'examen d'un tubercule permet-il de reconnaître s'il est ou non exempt de virus ?* Les méthodes physico-chimiques de diagnostic préconisées en Allemagne sont étudiées par M. J. Dufrenoy, en collaboration avec le laboratoire de Chimie physiologique de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

MALADIES DU TABAC.

Feu sauvage (*Bacterium tabacum* W. et F.). — M. Lansade étudie cette maladie.

Une souche de *B. tabacum* maintenue virulente par de fréquents passages sur la plante a été inoculée le 7 septembre 1935 sur les espèces entrant dans une collection de Solanées. L'infection a pu être ainsi réalisée chez *Nicotiana tabacum* L. (var. *Paraguay, Nijkerk, Alsace*) ; *N. sylvestris* Speg et Comes ; *N. petiolaris* (mosaïqué) *N. auriculata*. Par contre, les inoculations n'ont abouti à aucune infection visible chez *Nicotiana tabacum* L. (Dragon vert) ; *N. Sanderae* Hort. Sander ; *N. petiolaris* (non mosaïqué) ; *N. Forgetiana* Hort. Sander ; *N. affinis* T. Moore ; (Fleurs blanches et fleurs violettes) ; *N. rustica* Linn. ; *N. alata* Link et Otto.

Les plantes, qui étaient ainsi restées réfractaires, ont été réinoculées le 9 octobre.

Aucune d'entre elles n'a paru réagir, du moins avant l'arrivée de gelées survenues les 22 et 23 octobre. Peu après celles-ci, des lésions se sont alors dessinées chez les types suivants : *Nicotiana tabacum* L. ; *N. petiolaris* ; *N. Forgetiana* Hort. Sander ; *N. rustica* Linn.

Aucune tache n'est apparue chez les variétés suivantes : *Nicotiana Sanderae* Hort. Sander. ; *N. affinis* T. Moore (fleurs blanches et fleurs violettes) ; *N. alata* Link. et Otto.

Aucune Solanée autre que celles appartenant au genre *Nicotiana* n'a été infectée.

Maladies des semis de Tabac. — MM. Selariès et Rohmer ont continué l'étude de la fonte des semis. En Alsace, les principaux agents des fontes sont des espèces des genres *Sclerotinia, Pythium* et *Thielavia,* qui trouvent dans l'atmosphère chaude et humide réalisée dans la couche un milieu idéal pour le développement des parasites. L'efficacité des bouillies cupri-

ques est insuffisante. La méthode qui a donné les meilleurs résultats consiste à : 1° désinfecter la graine au formol à 5 p. 1000 pendant 45 minutes; 2° désinfecter la couche avec une solution de formol à 5 p. 100, à raison de 10 litres de la solution par mètre carré. La couche reste couverte pendant 48 heures; on l'aère ensuite pendant 24 heures, en ayant soin de passer de temps en temps la fourche crochue pour provoquer une évaporation plus rapide du formol. Par ce procédé, on détruit la quasi totalité des graines de mauvaise herbe.

Chancre du Tabac. — M. J. Dufrenoy étudie à Bordeaux le Chancre du Tabac, qui est transmis par le *Thrips tabaci* Lind. vivant sur diverses plantes d'ornement (Renonculacées : *Paeonia, Aquilegia;* Composées : *Dahlia, Callistephus*) et sur la Tomate, sur laquelle se développent les symptômes du «spotted wilt».

MALADIES DE LA BETTERAVE.

Maladie du Coeur. — Entrepris en 1934 par MM. Burgevin et Foëx, le travail a été poursuivi en 1935 suivant le même programme, et grâce aux mêmes concours (Directeurs des Services agricoles du Loiret et de la Mayenne, Syndicat agricole de Laval, Services d'études des Potasses d'Alsace).

Il résulte de ces essais [1] que l'acide borique incorporé aux engrais et appliqué avant le semis, à la dose de 6 à 8 kilogrammes à l'hectare, a supprimé les symptômes et les effets de la maladie dans plusieurs champs d'expériences.

La proportion optima du produit à appliquer paraît être de 8 à 10 kilogrammes, dans les milieux où l'expérimentation a été réalisée. Au lieu d'acide borique, on peut faire usage de borate de soude à raison de 13 à 16 kilogrammes à l'hectare.

L'application de bore au démariage donne des résultats insuffisants.

Les effets d'un apport d'acide borique se font encore sentir l'année suivante.

MALADIES DES ARBRES FRUITIERS.

Étude effectuée par MM. Arnaud et Barthelet.

Tavelure du Poirier (*Venturia pirina* Aderhold). — En 1934, la maladie s'est développée avec une intensité moyenne au printemps. Par contre, des invasions tardives d'une importance inusitée se sont produites en octobre sur les variétés de poires d'hiver sensibles. Ces attaques imprévues n'ont pas été complètement empêchées par les traitements de printemps. Ces dégâts tardifs ont été aggravés par l'invasion secondaire du *Trichothecium roseum* Link. (moisissure rose). Les traitements de printemps ordinaires (avant et après floraison et dix jours après le deuxième) ont donné de bons résultats, leur action ayant protégé efficacement les poires jusqu'à la fin de l'été. En 1934, le premier traitement (16 avril, avant floraison) a été le plus efficace, tandis qu'en 1932 ce fut le deuxième (après floraison) qui eut l'action la plus marquée [2].

En 1935, les attaques principales ont eu lieu au printemps et à la fin de l'été (fin août, début de septembre). Au printemps, ce fut le troisième traitement (21 juin) qui fut le plus important; chacun des trois traitements de printemps a donc eu la prépondérance suivant l'année de 1932 à 1936 (en 1933, les résultats furent incertains par suite de la disparition des fruits sous l'action des gelées).

Les essais de traitements à la bouillie bordelaise faits en pleine floraison ont confirmé les résultats obtenus en Amérique par Hamilton; dans la pratique, les opérations ne présen-

[1] Foëx (Ét.) et Burgevin (H.). — Nouvelles observations sur l'action du bore dans la maladie du cœur de la Betterave. (*C. R. Acad. Agric. de France,* séance du 30 octobre 1935.)

[2] Arnaud (G.) et Barthelet (J.). — Essais de traitements des arbres fruitiers et de la vigne en 1935 (*C. R. Acad. Agric. de France,* t. XX, p. 1094-1100, 1935).

tent pas pour la production de fruits tous les dangers que l'on pouvait concevoir théoriquement; pour les variétés sensibles à la tavelure on ne doit pas exclure systématiquement les pulvérisations faites pendant la floraison lorsque des circonstances diverses empêchent de les faire aux époques normales [1] [2].

Pourriture des fruits et chancres des rameaux. — Une note avec planche en couleurs a été publiée sur la Pourriture des Poires due au *Phytophthora* [3].

M. Barthelet a continué à étudier par des cultures pures les pourritures présentées par divers fruits, qui sont dues à des champignons dont plusieurs causent en même temps des chancres sur rameaux : *Phacidiella discolor* (Mont. et Sacc.) Potebnia, agent de la pourriture des pommes et des poires, qui a été observé aussi sur rameaux de poirier Duchesse d'Angoulême, où il produit d'importants dégâts dans la région de Paris; *Phomopsis* sp. sur Poires provenant de l'Anjou; *Sphaeropsis malorum* Berk. et *Sphaeropsis pseudo-diplodia* Fuckel. var. *Voglinoi* M^me^ G. Arnaud, provenant de chancres sur rameaux de Poiriers; *Trichoseptoria fructigena* Maubl. sur Pommes; *Coryneum* du type *C. microstictum* B. et Br. produisant la pourriture des pommes dans certaines vallées des Pyrénées-Orientales, etc.

Maladies à virus des arbres fruitiers à noyau. — On a décrit un certain nombre de maladies à virus des arbres fruitiers, maladies qui sont en général mal connues. M. et M^me^ G. Arnaud ont effectué des recherches pour préciser la nature d'une Mosaïque qui se rencontre çà et là en France et qui cause, d'après Atanasoff de très graves dégâts dans certaines régions de Bulgarie, en particulier sur le Prunier.

Cette maladie a été observée en France, depuis 1923, sur Abricotier, Prunier, Myrobolan, Pêcher; par greffe en écusson, elle a pu être communiquée au Prunier ordinaire, au Cerisier, à l'Amandier, etc.; elle peut donc attaquer la plupart des arbres à noyau et passer d'une espèce à l'autre; mais son extension dans les vergers est assez lente et laisse le temps de la supprimer au début par destruction des quelques arbres atteints. Par contre, les arbres atteints paraissent être envahis rapidement par le virus dans toute leur étendue et la maladie se transmet facilement par greffe ou bouture. Elle ne paraît pas se transmettre aux arbres à pépins (qui présentent d'autres maladies à virus) ni aux plantes étrangères à la famille des Rosacées.

Au début du printemps, la maladie se manifeste parfois sous forme de taches vert-jaune paraissant dispersées sur les feuilles; ultérieurement, le tissu jauni se dispose en bandes ou lignes bordant les nervures à une distance variable. En Bulgarie, les fruits peuvent présenter des altérations marquées et diminuer beaucoup en nombre, mais en France, une pareille gravité n'a pas été jusqu'ici constatée.

Maladies des arbustes fruitiers (Framboisier et Groseillier). — L'étude des dépérissements des rameaux de Framboisiers caractérisée par la dessication des jeunes pousses qui se développent au printemps sur les rameaux aoûtés a permis de les attribuer à un champignon parasite *Didymella applanata* (Niesl.) Sacc.

D'autres champignons se développent aussi sur ces rameaux, en particulier : *Coryneum ruborum* Oud. et *Cryptodiaporthe Macounii* (Dear) Wehm f. *Rubi*.

Sur rameaux de Cassissiers et de Groseilliers dépérissants, nous avons pu observer les pycnides du *Phomopsis Ribis* (Magn.) Barth. agent de la mortalité des branches de Groseilliers et Cassissiers dont nous poursuivons l'étude depuis plusieurs années.

[1] Arnaud (G.) et Barthelet (J.). — Essais de traitement des arbres fruitiers et de la vigne en 1934. (*C. R. Acad. Agric. de France*, t. XX, 1935, p. 186-189).

[2] Barthelet (J.). — Recherches expérimentales sur les traitements des tavelures des arbres fruitiers et du Mildiou de la vigne. (*Annales des Épiphyties et Phytogénétique*. Nouv. sér. I, 1934-35, p. 103, 1936.)

[3] Arnaud (G.). — Le Mildiou des poires. (*Revue Horticole*, t. VII, p. 512-513, fig. 237-238, 1 pl. en couleurs, 1935.)

MALADIES DE LA VIGNE.

Travaux effectués par MM. Arnaud et Barthelet.

Mildiou (*Plasmopara viticola* (B. et C.) Berlese et de Toni. — MM. G. Arnaud et Barthelet [1], [2] ont poursuivi leur étude sur les conditions d'évolution du Mildiou en fonction du climat. M. Barthelet fournira dans une publication [3] les conclusions qui se dégagent des constatations d'une année, où la grande pluviosité qui a régné pendant une partie de la végétation a favorisé le développement du Mildiou, lequel a été ralenti par l'abaissement de température qui s'est produit à la fin de l'été.

La protection a pu être assurée par cinq pulvérisations à la Bouillie bordelaise. En effet, des divers produits utilisés, c'est cette mixture qui reste jusqu'à présent la plus efficace, employée à la dose de 2 p. 100 de sulfate de cuivre. Une bouillie à l'oxychlorure a assuré une protection relative. La bouillie au sulfure de cuivre préconisée par certains auteurs a donné des résultats marqués, mais cependant inférieurs à ceux fournis par la bouillie bordelaise. L'efficacité de l'hyposulfite de cuivre s'est manifestée dans le seul essai effectué avec ce produit. Le fluosilicate de cuivre a produit des brûlures graves à la dose de 0,5 p. 100, moins sérieuses à 0,25 p. 100, dose à laquelle son efficacité est insuffisante.

L'addition à la bouillie bordelaise d'alun et de sulfate d'ammoniaque n'a exercé aucune action favorable.

Aucune des nombreuses matières colorantes essayées n'est susceptible d'être substituée aux sels de cuivre.

Le sulfure de baryum pur, la bouillie commerciale au sulfure de baryum, la bouillie au soufre colloïdal, les dérivés naphtaléniques sulfurés et chlorurés, ont été soit insuffisamment efficaces, soit d'un emploi trop difficile pour être retenus dans la lutte contre le Mildiou de la Vigne.

Des observations effectuées méthodiquement depuis trois ans dans la région de Bordeaux permettent à M. Souty d'énoncer les conclusions suivantes concernant l'évolution du parasite :

1° La durée d'incubation des invasions primaires semble comprise entre douze et quinze jours, avec une somme de températures variant entre 175° et 207° C. Ce fait est important à connaître, car il rend possible la prévision de l'apparition des premières taches;

2° Les époques de la floraison et de la nouaison constitueront des périodes critiques pendant lesquelles les organes de la Vigne sont très sensibles aux attaques du parasite.

En 1935, les invasions ont atteint particulièrement les jeunes grains aussitôt après la chute des capuchons floraux; les cépages encore en fleurs au moment de la contamination ont été moins touchés. Mais, partout où les jeunes grains étaient bien formés (cas du Merlot et du Cabernet franc), ils ont été atteints, alors même que dans certains vignobles les feuilles n'ont présenté aucune tache. Sur un même pied d'ailleurs, on rencontrait souvent des grappes indemnes à côté d'autres recouvertes d'efflorescences; or, on constatait que les grains de ces dernières étaient tous bien formés au moment de la contamination.

La bonne exécution d'un traitement et la quantité répandue à l'hectare ont une grande importance; en 1934 et 1935, avec une application bien faite, la dose de 2 p. 100 de sulfate de cuivre a toujours été suffisante.

3° La durée des invasions secondaires varie entre cinq et douze jours, avec une somme de

[1] Arnaud (G.) et Barthelet (J.). — Essais de traitements des arbres fruitiers et de la vigne en 1934 (*C. R. Acad. Agric. de France*, t. XX, p. 186-189, 1935.)

[2] Arnaud (G.) et Barthelet (J.). — Essais de traitements des arbres fruitiers et de la vigne, en 1935. (*C. R. Agric. de France*, t. XX, p. 1094-1100, 1935.)

[3] Barthelet (J.). — Recherches expérimentales sur les traitements des tavelures des arbres fruitiers et du Mildiou de la vigne. (*Annales des Épiphyties et de Phytogénétique*, t. I, p. 103-120, 1934-1935.)

températures oscillant entre 122° et 198° C. L'état hygrométrique conditionne, pour une large part, cette durée d'incubation.

4° D'après les observations faites à la Station, la sensibilité des organes vis-à-vis du parasite augmente avec la vigueur du cep, conséquence soit de la fumure, soit du porte-greffe.

M. Souty a fait des essais de traitement avec les produits suivants : bouillie bordelaise, bouillie bourguignonne, bouillie à l'oxychlorure. Les résultats qu'il a obtenus se lisent ci-dessous :

Poids de la vendange à la récolte.

NATURE DE LA BOUILLIE.	4 TRAITEMENTS LIQUIDES. 1 poudrage.	4 TRAITEMENTS LIQUIDES. Sans poudrage.
	—	—
Bouillie bordelaise	100	85,5
Bouillie bourguignonne	97	80,3
Bouillie à l'oxychlorure	126	78,6

Chlorose. — Les essais en case de végétation contenant un sol artificiel n'ont fourni à MM. Arnaud et Barthelet aucun résultat concernant la chlorose attribuée au calcaire. Par contre, cette affection s'est manifestée sous l'action de la sécheresse et a disparu avec celle-ci. Le jaunissement dû au manque d'eau a été constaté dans une case dépourvue de calcaire.

Court-Noué. — Les rabougrissements et dépérissements que M. J. Dufrenoy étudie dans le Sud-Ouest sur les producteurs directs, hybrides de *V. rupestris* Scheele et de *V. vinifera* L. greffé sur *rupestris* relèvent de l'une ou l'autre des deux affections suivantes :

a. Court-noué, à «cordon endocellulaire» (considéré par Petri comme une maladie à virus), le sulfate de zinc, mélangé au sulfate de potasse et répandu sur le sol, ou neutralisé par la chaux, mis en solution et pulvérisé sous les feuilles, permet d'obtenir un allongement des mérithalles et d'éviter la coulure;

b. Infection de la moelle par le *Pumilus medullae* Viala et Marsais.

Les recherches poursuivies en 1934-1935 permettent à M. J. Dufrenoy d'apporter quelques précisions sur l'action exercée sur le sol (facteurs physiques, chimiques, infestation préalable); et par les méthodes culturales. Il a également étudié l'infection initiale des boutures, porte-greffes ou greffons en pépinières.

MM. Jean Branas et Georges Bernon [1] ont appliqué systématiquement les méthodes histochimiques à l'étude d'un mycélium intracellulaire décrit par D. Ranghiano et donné comme cause du Court-Noué de la vigne. Le travail a permis de conclure à l'identité de ce pseudo-organisme et de matières tannoïdes modifiées plus ou moins par les méthodes de fixation et de coloration.

Les mêmes auteurs [2] rapportent les observations effectuées sur les échantillons de vignes dépérissantes et concluent à l'existence, dans le vieux bois de la vigne, dans des circonstances qui n'ont pas été définies, de champignons différents de ceux qui sont bien connus et, en particulier d'un Verticillium.

MALADIES DU NOYER.

Dépérissement. — *a. Étude du sol des Noyeraies de l'Isère.* — MM. Dufrenoy et Mathieu ont constaté que d'une manière générale les terres étudiées sont riches en azote total. Cependant, les Noyeraies réagissent à un apport d'azote minéral. L'azote du terrain ne serait donc pas sous une forme très assimilable, compte tenu des conditions de milieu.

[1] Branas (J.) et Bernon (G.). — Contribution à l'étude du Court-Noué de la vigne (*Revue de path. vég. et d'Ent. Agr.*, t. XXII, p. 19-24, 1935.)

[2] Branas (J.) et Bernon (G.). — Note sur deux cas de dépérissement et leur relation avec la présence de certains champignons dans le vieux bois de la vigne (*An. de l'E. N. A. de Montpellier*, t. XXII, fasc. 4, p. 331-334.)

La zone superficielle est plus riche en acide phosphorique que les couches profondes qui sont exploitées par les racines et ne reçoivent que la partie des matières fertilisantes appliquées qui leur parvient à travers la terre qui les domine.

b. *Étiologie des dépérissements.* — La présence de l'*Armarillaria mellea* (Vahl.) Fr. est constante. Ce champignon existe chez des arbres présentant les divers degrés de dépérissement. Il s'observe même sur les extrémités radiculaires de Noyers encore indemnes. Les conditions dans lesquelles se produit l'infection restent à préciser. L'existence d'un organisme (*Phytophthora?*) autre que l'*Armillaria mellea* est recherchée depuis plusieurs années par M. J. Dufrenoy.

c. *Résultats expérimentaux.* — Ils se réduisent à peu de chose. D'après MM. Bordas, Dufrenoy, Mathieu : le sulfate de manganèse, le bioxyde de manganèse, le sulfate de zinc, associés à des sels de potasse, donnent des résultats encourageants. L'efficacité de l'acide borique ne surprend pas, étant donné ce que MM. Dufrenoy et Mathieu ont fait connaître sur la distribution de ce composé dans le sol.

Les explosifs semblent agir favorablement (aération du sol, accentuation de la nitrification; autres actions physico-chimiques ou biologiques).

La bactériose du Noyer. — MM. J. Dufrenoy et Mathieu ont examiné les Noix des arbres traités par la bouillie bordelaise, et de ceux sur lesquels n'avait été faite aucune pulvérisation. Leur conclusion est que les traitements n'ont pas assuré une protection suffisante. Or, l'efficacité de la Bouillie bordelaise contre le *Bacterium Juglandis* (Pierce) E.-F. Smith. n'est pas à démontrer. Seule peut être incriminée l'insuffisance des pulvérisateurs et du mode opératoire.

Trois maisons sont venues en automne à Tullins pour y présenter leurs appareils, devant une commission de techniciens, qui a dû constater que, malgré leurs louables efforts, les industriels n'étaient pas encore parvenus à couvrir d'un fin brouillard les extrémités des rameaux, dont il convient d'assurer la protection.

MALADIES DES CHÂTAIGNES.

Pourriture noire des Châtaignes (*Sclerotinia pseudo-tuberosa* (Rehm.) Rehm, ou *Rhacodiella Casteneae* [Bain.] Peyron.). La pourriture noire des Châtaignes (*Nérume* des Italiens) est une altération très fréquente dans les régions à Châtaigniers d'Europe, en France en particulier. Elle a été relativement peu étudiée dans notre pays. MM. Arnaud et Barthelet ont pu vérifier et compléter les indications données en Italie par Peyronel. L'altération a été étudiée dans les Châtaignes vendues dans la région parisienne et d'origines diverses, dans celles qui se développent sur les Châtaigniers forestiers des environs de Versailles, enfin sur des fruits venant de la Corrèze, et qui ont été recueillis par M. Fleckinger; elle existe aussi sur les glands de chêne de la région de Versailles. Le parasite paraît identique dans tous les cas. En 1935, en cultures sur gélose à la farine d'avoine, les apothécies se sont développées entièrement en huit ou neuf mois; en 1936, elles ont commencé de se développer, au milieu de mai, sur des cultures faites en décembre 1935.

La forme conidienne correspond aux microconidies qui se constituent dans le cycle évolutif de divers *Sclerotinia*, en particulier dans celui des *Sclerotinia* qui causent la pourriture des fruits charnus (fruits à noyau ou à pépins).

La pourriture des Châtaignes se développe surtout après la chute quand les fruits séjournent sur le sol; des observations complémentaires sont nécessaires pour déterminer si l'altération débute déjà sur l'arbre, et si les piqûres des insectes (*Balaninus*, etc.) facilitent sa pénétration [1].

[1] Arnaud (G.) et Barthelet (J.). — La « pourriture noire » ou « nérume » des châtaignes. (*C. R. Acad. Agric. de France*, t. XXII, p. 48, 1936).

Arnaud (G.) et Barthelet (J.). — Le « nérume » ou « pourriture noire » des châtaignes. (*Annales des Épiphyties et de Phytogénétique*, t. I, 1934-1935, p. 121-146, 1936.)

Arnaud (G.) et Barthelet (J.). — Les microconidies dans le genre *Sclerotinia*. (*Bull. Soc. Myc. de France*, t. LII, p. 63, 8 fig., 1936).

MALADIES DES PLANTES MARAÎCHÈRES.

Septoriose du céleri (*Septoria Apii* Chester). — MM. Selariès et Rohmer ont mis au point une méthode de lutte contre la Septoriose du céleri. Elle consiste à désinfecter la semence par le formol, et à traiter préventivement par la bouillie bordelaise à 2 p. 100 de sulfate de cuivre.

Graisse du Haricot. — Travail effectué par M. Lansade. Dix-sept souches ont été isolées à partir de taches sur feuilles et sur gousses; deux d'entre elles se montrent pathogènes. Elles diffèrent toutes deux du *Pseudomonas medicaginis* var. *phaseolicola*.

Maladies des pois. — Travail effectué par M. Lansade. Les parasites suivants ont été constatés dans le champ d'expériences de Sarcelles : *Cylindrocarpon Ehrenbergi* Wollenweber; *Ascochyta Pisi* Lib; *Peronospora Pisi* (de Bary) Sydow.; *Thielaviopsis basicola* (Berk.) Ferraris.

L'*Asphanomyces euteiches* Dreschler, qui est d'ordinaire présent dans ces cultures, n'a pu être ni observé, ni isolé. Par contre, le *Peronospora Pisi* Sydow. est apparu très tôt sur de jeunes plantes, qui ont été souvent déformées par le parasite. Les suçoirs ont pu être décelés dans les racines, la tige, le pédoncule et les enveloppes florales. Les fructifications conidiennes sont apparues sur la tige, les vrilles et les feuilles.

Les champignons suivants ont été isolés du Pois en 1934 et 1935 : *Fusarium avenacearum* (Fr.) Sacc.; *F. orthoceras* Appel et Wr. var. *pisi* Linford.; *F. redolens* Wr.; *F. arthrosporioïdes* Sherb.; *F. oxysporum* Schlech. f. 8 Snyder.; *Ascochyta pisi* Lib.

Inoculés sur des Pois cultivés en tubes ou en pots, *F. oxysporum* f. 8 et *F. orthoceras* v. *pisi*, ont envahi le collet des plantes. *Ascochyta Pisi* a exercé de rapides attaques *in vitro*.

MALADIES DES LÉGUMINEUSES FOURRAGÈRES.

Travail effectué par M. Lansade.

Trèfle. — Le *Gloeosporium caulivorum* Kirchner, qui a attaqué un Trèfle provenant d'Italie, a été isolé.

Luzerne. — Ont été obtenus à partir de cette légumineuse : *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.; *F. orthoceras* App. et Wr.; *Sclerotinia Trifoliorium* Eriksson.

MALADIES DES ARBRES D'ALIGNEMENT.

Chancre du Cedrelier (*Fusicoccum Cedrelae* Arn. et Barth.). — A la suite d'inoculations effectuées sur de nombreuses espèces d'arbres d'ornement, des infections suivies de dégâts ne se sont manifestées que sur *Cedrela sinensis* Juss., et sur *Robinia pseudo-acacia* L. type et variété *monophylla* Hort. L'hypothèse de l'identité entre le chancre du Cèdrelier et celui du Robinier (*Diaporthe oncostoma* Fuck.) paraît se confirmer.

Dépérissement de l'Ailante (*Verticillium Dahliae* Kleb.) — Les essais d'infection ont été poursuivis. Le *Koelreuteria paniculata* Laxm. doit être ajouté à la liste des hôtes.

MALADIES DU PEUPLIER.

Chancre. — De nombreux champignons ont été isolés par M. Lansade. Quinze ont été employés dans des inoculations expérimentales. Cinq de ceux-ci ont été déterminés par les Docteurs Wollenweber et Reinking : *Fusarium bulbigenum* Cke et Mass; *F. avenaceum* (Fr.) Sacc.; *F. Solani* (Mart. p. p.) App. et Wr.; *F. Solani* (Mart. p. p.) App. et Wr. var. *Martii* App. et Wr.; *F. Solani* (Mart. p. p.) App. et Wr. var. *pallens* App et Wr.

Les autres champignons n'ont pu être encore identifiés.

Des inoculations ont été effectuées dans la plantation de Cuts, aux dates suivantes : 1er avril, 20 avril, 8 juin, 9 novembre. Au total : 145 inoculations.

MALADIES DES PLANTES D'ORNEMENT.

Flétrissement des Reines-Marguerites (*Fusarium Callistephi* [Beach.). — Cette grave maladie cause d'importants dégâts dans diverses parties de la France. M^lle^ Gaudineau a expérimentalement prouvé que des variétés américaines telles que *Los Angeles, Reines-Marguerites de Chine,* étaient résistantes.

La sélection des lignées résistantes paraît être le seul moyen pratique actuellement utilisable[1].

MALADIES DES GAZONS DE GOLF.

Dépérissement. — Un gazon dépérissant provenant de Divonne-les-Bains a été transmis par le Directeur de la Station Agronomique de Dijon.

Un ou plusieurs champignons à thalle mycélien existent dans les racines. Des isolements ont été tentés à partir : des radicelles, de la base de la tige, du mycélium recouvrant la surface du gazon.

Trois champignons ont été obtenus :

1° *Fusarium nivale* (Fr.) Ces; 2° *Hainesia* sp.; 3° *Pythium* sp.

Des inoculations réalisées *in vitro* sur un mélange de graminées ont révélé que les champignons 2 et 3 sont pathogènes. On a fait intervenir ceux-ci sur *Poa pratensis* L.; *Poa compressa* L.; *Agrostis stolonifera* L.; *Agrostis dispar* Michx; *Festuca rubra* L.; *Festuca duriuscula* L.

Les Paturins, à levée très lente, n'ont pu être infectés en temps voulu.

ENTOMOLOGIE ET ZOOLOGIE AGRICOLES.

INSECTES NUISIBLES AUX CULTURES.

Doryphore : *Biologie.* — De nouvelles observations sur la biologie de ce ravageur, qui envahit petit à petit la plupart des départements, ont été faites à la Station de Zoologie agricole de Bordeaux et à la Station centrale de Versailles.

M. Feytaud a étudié en particulier le comportement de l'insecte vis-à-vis des Pétunias qui, d'après certains articles de presse, sont considérés parfois comme des plantes-pièges. Les essais ont porté sur deux types fondamentaux : *Petunia nyctaginiflora* Juss. (Blanc odorant, de la Plata) et *P. violacea* Lindl. (Violet, du Brésil) et sur toute une série de leurs hybrides, en particulier : Roi des parterres, *pendula, superbissima.*

P. nyctaginiflora n'attire ni l'adulte, ni les larves qui cherchent plutôt à s'en éloigner tandis que *P. violacea* est moins répulsif. Les larves qui sont nourries exclusivement avec cette variété, subissent une intoxication qui se traduit par une sorte de paralysie mortelle. L'hybride *superbissima,* qui semble se rapprocher surtout du type *violacea,* est relativement bien accepté; 70 p. 100 de larves nourries avec son feuillage sont mortes dans un délai de quatre jours.

Les expériences faites en plein champ par M. de Lapparent ont montré que les Pétunias mélangés aux pommes de terre ne sont pas attaqués par le Doryphore alors que le feuillage des pommes de terre avoisinantes est dévoré. En résumé, les Pétunias ne peuvent être considérés comme des plantes-pièges[2]. De même, une Papavéracée, *Eschscholtzia* à laquelle des propriétés attractives avaient été attribuées, se comporte comme les Pétunias vis-à-vis du Doryphore.

Les variations dans le degré d'attaque des différentes variétés de pommes de terre cultivées

[1] Gaudineau (M^lle^ M.). — Le flétrissement des Reines-Marguerites. (*Rev. de Path. Vég. et Ent. Agric. Fr.*, t. XXIII, fasc. 1, 1936.)

[2] Feytaud (J.). - La question du Pétunia envisagé comme remède contre le Doryphore. (*C. R. Acad. Agr. de France,* 17 janvier 1934.)

ont été attribuées par M. Trouvelot à des différences dans la date de plantation et dans la rapidité de développement des variétés [1]. Ces remarques seront mises à profit pour atténuer les dégâts causés par le Doryphore en hâtant ou retardant la plantation des tubercules suivant les régions.

Des essais comparatifs sur la résistance de diverses tubérifères sauvages et d'hybrides de *Solanum tuberosum* ont été entrepris par M. Trouvelot qui a constaté la très grande sensibilité de plantes comme *S. edinense* et l'immunité relative de plantes comme *S. jamesii, S. commersonii, S. caldasii* et *S. demissum* [2] [3]. Cette résistance peut être due à des causes diverses (abaissement de fécondité des femelles, vie larvaire défectueuse par suite d'abandons marqués ou de mortalité élevée sur le végétal même). Des plantes comme *S. edinense*, au contraire, accroissent la fécondité du Doryphore et sont dévorées très rapidement par les larves. Ces constatations, complétées par les observations faites sur l'action des principes constituants de la pomme de terre sur l'insecte [4] seront d'une grande utilité pour les recherches de génétique concernant l'amélioration de la pomme de terre.

Au point de vue écologique, M. Trouvelot [5] a précisé les rapports existant entre les diverses activités du Doryphore et les étapes de réchauffement printanier du sol et de l'air. Il paraît ainsi possible de déterminer à l'avance les degrés d'activité et de nocivité de l'insecte, de prévoir la marche des invasions et de déterminer l'époque à laquelle se produisent les redoutables vols printaniers, ce qui peut faciliter dans une importante mesure la lutte contre le ravageur [6]. M. Trouvelot a constaté enfin que dans les départements de l'Ouest, l'apparition des adultes est assez tardive et qu'il n'y a guère place que pour une seule génération.

Le comportement du Doryphore dans les départements du Sud-Ouest et les renseignements recueillis sur la marche de l'invasion ont fait l'objet de notes diverses publiées par M. Feytaud [7] [8].

Ennemis naturels. — Trois espèces d'insectes auxiliaires autochtones ont été étudiées à la Station de Bordeaux dont deux prédateurs très communs : *Zicrona cœrulea* L. et *Chrysopa vulgaris* Schn. et un petit Hyménoptère : *Anaphes pratensis* Först. Les observations faites par M. Couturier sur cette dernière espèce n'ont pu cependant démontrer le rôle de parasite éventuel des œufs. M. Feytaud a constaté que l'extension de *Zicrona cœrulea* en France coïncide avec celle du Doryphore. Sa présence et son action bienfaisante ont été constatées dans le Limousin et la Marche ainsi que dans le Poitou et la vallée de la Loire.

Le rôle prédateur de *Chrysopa vulgaris* a été constaté sur de nombreuses pontes de Doryphore, notamment en Champagne et Bourgogne. Ces observations sont à rapprocher de celles faites par M. Paillot en 1927 sur la destruction des pontes de la Pyrale du maïs par les larves de Chrysope [9].

[1] Trouvelot (B.), Dixmeras et Grison (P.). — Remarques sur les différences d'attaque par le Doryphore des variétés courantes de pomme de terre. (*C. R. Acad. Agric. de France*, avril 1936.)

[2] Trouvelot (B.) et Grison (P.). — Variations de fécondité du *L. decemlineata* avec les *Solanum* tubérifères consommées par l'insecte. (*C. R. Acad. Sc.*, t. CCI, 1935.)

[3] Trouvelot (B.), Dixmeras et Grison (P.). — Variabilité de l'attaque du Doryphore sur les diverses Solanées tubérifères (*C. R. Acad. Agr.*, avril 1936).

[4] Trouvelot (B.), Raucourt (M.) et Castets (G.). — Remarques sur le mode d'action physiologique des principes actifs du *Solanum tuberosum* envers les larves du *L. decemlineata*. (*C. R. Acad. Sc.*, t. CXCIX, 1934.)

[5] Trouvelot (B.). — Notes écologiques sur le Doryphore. (*Bull. Agric. 1913*, mars 1936.)

[6] Trouvelot (B.). — Remarques sur le développement du Doryphore en fonction du climat. (*Congr. Intern. Agric.*, Bruxelles, 1935.)

[7] Feytaud (J.). — La question doryphorique au début de la campagne 1935. (*Revue de Zoologie agricole et appliquée*, avril-mai 1935.)

[8] Feytaud (J.) — Le Doryphore en Europe, quelques notes de mise au point. (*Ligue nationale de lutte contre les ennemis des cultures*, 16 mai 1935.)

[9] Paillot (A.). — On the natural equilibrium of *Pyrausta nubilalis* Hbn. (*Intern. Corn Borer Investig. Scientif. Rep.*, Chicago, 1928.)

La Station de Bordeaux a étudié principalement la multiplication et l'essai d'acclimatation des ennemis naturels du Doryphore de provenance américaine. Un élevage artificiel de Doryphore a permis de nourrir un certain nombre de prédateurs, notamment de *Perillus*, *Podisus* et *Lebia* pendant la mauvaise saison; plus de 25.000 larves ou nymphes ont été utilisées à cet effet pendant les deux dernières années. En outre, près de 7.000 ont été exposées, en octobre et novembre 1935; à la ponte des mouches de *Doryphorophaga aberrans* provenant d'un envoi américain.

Des observations sur le développement de *Lebia grandis* Hentz ont été faites par M. Chaboussou chargé de la surveillance et de l'élevage de cet auxiliaire.

La multiplication artificielle de *Perillus bioculatus* Fab. a été réalisée par M. de Lapparent au moyen de cages renfermant des plantes grasses et maintenues à l'étuve à 28-30° C. Des essais d'acclimatation en pleins champs ont été tentés au Taillan (Gironde), à Fauroux et Verlhac-Tescou (Tarn-et-Garonne) en utilisant des cages de 2 mètres × 0 m. 80 × 0 m. 80 munies de toiles dont les mailles permettent la sortie des jeunes punaises.

L'effort principal d'acclimatation a porté sur *Podisus maculiventris* Say en raison de son adaptation facile à des milieux variés et à des proies fort diverses. M. Couturier a utilisé pour l'élevage de cette espèce des cages placées à l'étuve à 24-25° C. et renfermant des rameaux de pomme de terre et des plantes vertes ainsi que des bandes de gaze (toile à beurre) destinées à recevoir les pontes. Les nouveaux adultes élevés dans des verres de lampe-pigeon renfermant du feuillage de *Ruscus* ont été répartis en 1935 sur des terrains choisis en vue de leur dissémination; plus de 2.400 adultes furent ainsi distribués en 16 localités de la Gironde, de la Charente, de la Dordogne et du Lot et-Garonne.

M. Couturier a entrepris l'étude de *Podisus maculiventris* et a pu relever un certain nombre de particularités biologiques intéressantes, notamment : la grande fécondité des femelles (1.100 œufs en une trentaine de pontes), rapidité de l'évolution de l'insecte à 24-25° C. (la durée du cycle évolutif est inférieure à un mois), résistance au froid, polyphagie.

Des envois de pupes de *Doryphorophaga aberrans* Town. reçus du laboratoire canadien de Belleville en septembre 1935, ont permis de parasiter artificiellement dès cette année des larves de Doryphore (M. Bruneteau).

M. Mesnil étudie la possibilité de passage sur le Doryphore de certaines *Tachinidae* parasites de nos Chrysomèles indigènes. L'étude biologique de certaines espèces comme *Meigenia floralis* Meig. a été effectuée dans ce but.

Traitements insecticides.

Poudrages. — Deux types de poudres ont été expérimentés par la Station de Bordeaux : poudres fluorées comprenant 25 à 30 p. 100 de fluosilicate de baryum ou de cryolithe mélangé à de la poudre de talc ou du kaolin; poudres rotenonées renfermant 5 p. 100 de poudre de racine de derris ou de cubé mélangée à du talc. Avec les poudreuses ordinaires, il est difficile d'employer moins de 40 kilogrammes de poudre par hectare; avec des appareils perfectionnés susceptibles de distribuer convenablement la moitié de cette quantité, il y aurait avantage à doubler la dose de poudre active.

Produits du pin maritime. — En prenant le Doryphore comme test, MM. Feytaud et de Lapparent[1], après avoir préconisé la solubilisation des principes actifs du derris ou du cubé dans le terpinolène ou essence de pin, ont mis au point successivement plusieurs formules dans lesquelles le terpinolène rotenoné est rendu miscible à l'eau par émulsification, soit au moyen de la colle de résine, soit au moyen d'un alcool gras supérieur sulfoné. La combinaison avec le terpinéol ou huile de pin, qui a de précieuses propriétés mouillantes, les a conduits

[1] Feytaud (J.) et Lapparent (P. de). — Sur l'utilisation des produits du Pin maritime comme insecticides et comme mouillants. (*Bull. de l'Inst. du Pin*, Bordeaux, juin 1935.).

—— Sur l'emploi des dérivés résiniques et terpéniques dans la préparation des insecticides. (*Ibid.*, décembre 1935.)

à unir 6 parties de terpinolène rotenoné et 4 d'un mélange à parties égales de terpinéol et d'alcool oléique sulfoné. Cette préparation, employée à la dose de 5 p. 1.000 dans l'eau, a permis d'obtenir en quelques heures la paralysie des larves de Doryphore et la mort de 30 p. 100 d'entre elles en 24 heures et de la totalité en 4 jours.

Désinsectisation de la récolte. — Pour répondre à la question posée par M. le Ministre de l'Agriculture, sur la demande des représentants de la Bretagne et du port de Saint-Malo, M. Feytaud a fait, en collaboration avec M. Bruneteau, des essais de fumigation sur des pommes de terre dans les autoclaves de la Station de désinfection du port autonome de Bordeaux. Il a montré que la dose de 25 grammes d'oxyde d'éthylène par mètre cube associé de préférence à l'anhydride carbonique et agissant pendant une heure et demie suffit, avec le vide partiel, pour détruire les Doryphores à l'état adulte ou même larvaire qui auraient été accidentellement enfermés dans les sacs. Cette dose et ce temps seraient compatibles avec la conservation des qualités alimentaires et de la faculté germinative des tubercules.

Les études faites par M. Trouvelot avec la collaboration du laboratoire de Phytopharmacie sur les traitements des pommes de terre par poudrages arsenicaux ont été suffisamment avancées pour qu'un rapport tendant à l'autorisation, sous conditions, de ces poudrages, ait été déposé à la Commission chargée de la révision des conditions d'emploi des toxiques agricoles.

Des essais de plein champ ont précisé que les poudres à base de fluosilicate de baryum ont une bonne action insecticide immédiate sur le Doryphore; par contre, la persistance de leur action laisse à désirer. Les premières recherches effectuées avec poudres renfermant de la cyanamide montrent que celles-ci présentent des propriétés intéressantes, mais une mise au point s'impose encore avant qu'on puisse songer à les proposer pour un emploi agricole.

Courtilière. — Les observations faites à la Station de Bordeaux sur les vols de Courtilières et sur l'attraction exercée sur elles par la vibration de certains moteurs tournant à 3.000 tours-minute ont été confirmées par les essais de printemps 1934. Cette attirance est constatée assez tard dans la saison (jusqu'au 1er juillet inclus); il a été reconnu qu'elle ne portait pas uniquement sur les Courtilières en vol, mais qu'elle se traduisait maintes fois par des déplacements sur le sol et qu'elle intéressait même en partie des sujets incomplètement développés.

Dans les essais avec appâts toxiques, le fluosilicate de potasse a produit des résultats inférieurs à ceux du fluosilicate de baryum; la cryolithe naturelle ou synthétique s'est révélée inefficace contre les Courtilières.

Rhizotrogues. — Devant l'intensification des dégâts causés par les «petits vers blancs» en certains points de la Normandie, M. Régnier a repris l'étude des Rhizotrogues nuisibles aux plantes cultivées. Ses observations l'ont amené à constater qu'une des espèces les plus dangereuses était l'*Amphimallon majalis* dont les dégâts sont généralement confondus avec ceux de *Rhizotrogus solstitialis*. M. Régnier a communiqué au Congrès international de Madrid le résultat de ses recherches [1].

Insectes nuisibles aux cultures fruitières.

Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.). — Le problème de la lutte contre le Carpocapse a retenu l'attention de la plupart des Stations.

En ce qui concerne la biologie de ce ravageur, M. Bruneteau, de la Station de Bordeaux [2],

[1] Regnier (R.). — Contribution à l'étude des *Rhizotrogus* nuisibles en Normandie. (*Bull. Amis. Sc. Nat. Rouen*, n° 4, 1935.)

—— Contribution à l'étude d'*Amphimallon majalis*. (*VIe Congrès intern. Entom.*, Madrid, 1935.)

[2] Bruneteau (J.). — Les traitements des arbres fruitiers dans le Sud-Ouest en 1935. (*Revue de Zool. agric.*, janvier 1936.)

a constaté que le vol et la ponte des papillons ne commencent guère qu'après la floraison des pommiers et qu'ils atteignent leur maximum quelques semaines après cette floraison. La surveillance du vol a permis d'établir en 1935, aux environs de Bordeaux, une défense efficace moyennant trois traitements effectués les 10 mai, 15 juin et 5 juillet.

Les recherches effectuées par M. Régnier, en liaison avec le Comité de Pomologie de Haute-Normandie, ont montré que dans le Nord-Ouest et le Nord les vols de papillons sont beaucoup plus tardifs qu'on ne le pensait et que la deuxième génération n'a qu'une importance réduite en temps normal. La méthode de prévision des vols, basée sur le piégeage au moyen de lie de cidre acétique, a donné d'excellents résultats qui se sont trouvés confirmés par les résultats de l'ensachage préventif des lots de fruits non traités [1].

Les essais poursuivis par MM. Joëssel et Suau à la Station d'Agronomie et de Pathologie végétale d'Avignon, ont permis de confirmer l'intérêt que présente, dans la lutte contre le Carpocapse, l'emploi des arséniates de plomb, d'alumine, de chaux et de cuivre, tous utilisés sensiblement à la même teneur en As^2O^5. La finesse du précipité et sa durée de suspension dans l'eau ou les bouillies cupriques, jouent un rôle prépondérant dans l'efficacité des différents arséniates.

MM. Joëssel et Suau [2] ont montré que des traitements complémentaires effectués en dehors des limites primitivement fixées par la loi sont indispensables pour mettre les fruits à l'abri des attaques de Carpocapse de deuxième génération. Dans ces essais de traitements tardifs, la cryolithe a donné sensiblement les mêmes résultats que l'arséniate de plomb; le tannate de nicotine s'est comporté également d'une manière très satisfaisante. L'addition d'huiles blanches aux bouillies arsenicales et aux bouillies à la cryolithe a permis d'abaisser à la récolte la proportion des fruits véreux jusqu'à la rendre presque négligeable. Malheureusement ces huiles ont eu, sur la végétation des arbres, un effet dépressif marqué et leur emploi n'a pas été sans influer fâcheusement sur la qualité des fruits.

Corrélativement aux essais de traitement dans les vergers, M. Joëssel a fait quelques observations sur la biologie du Carpocapse dans la région d'Avignon [3].

Des essais de poudrages effectués en 1935 ont montré que cette méthode de traitement présente de grands avantages. Les poudres renfermant de la cryolithe ou de l'arséniate de chaux ont donné d'excellents résultats contre le Carpocapse.

Les recherches effectuées par M. Balachowsky en collaboration avec M. Viennot-Bourgin, ont permis de préciser avec exactitude le cycle évolutif de l'insecte dans la région parisienne. Grâce à un insectarium de plein air établi dans le verger de l'École nationale d'Agriculture de Grignon, des faits nouveaux d'une grande importance pratique, ont pu être mis en valeur. Il n'existe normalement, dans la région parisienne, qu'une seule génération complète de Carpocapse et une deuxième génération partielle atténuée [4].

Les études faites par M. Trouvelot à la Station centrale en collaboration avec le laboratoire de Phytopharmacie avaient pour but d'apporter les bases expérimentales nécessitées par la révision, dans un sens plus favorable à l'Agriculture, de la législation sur les produits insecticides. Ces études ont déjà permis d'obtenir une extension importante de la période légale des traitements arsenicaux des pommiers et poiriers (arrêté du 25 juillet 1935). Les nom-

[1] Régnier (R.). — Des conditions de l'efficacité des traitements contre le Carpocapse en Normandie (*C. R. Acad. Agric.*, p. 1100-1108, 1935.)

—— De l'opportunité des traitements en arboriculture fruitière. (*Bull. Synd. agric. Seine-Inf.*, juin 1935.)

[2] Joëssel (P.-H.) et Suau (J.). — Essais de traitements contre le Carpocapse en 1934. (*Bull. Offic. Agric. Midi*, n° 55, juillet 1935.)

—— Essais de traitements contre le Carpocapse en 1935. (*Annales des Épiphyties et Phytogénétique*, 1936.)

[3] Joëssel (P.-H.). — Remarques sur la biologie du Carpocapse. (*Bull. Off. Agric. Midi*, n° 53, janvier 1935.)

[4] Balachowsky (A.) et Viennot-Bourgin (G.). — Sur la biologie du Carpocapse dans la région parisienne. (*C. R. Acad. Agric.*, 1935.)

breuses analyses de fruits traités tardivement donnent toutes garanties aux consommateurs et ouvrent la voie pour de nouvelles dispositions qui seraient encore plus favorables aux producteurs de fruits tout en offrant les garanties voulues au point de vue de l'hygiène alimentaire.

Des expériences ont été faites en 1935 par M. Paillot [1] à la Station de Zoologie agricole du Sud-Est pour étudier l'action des traitements d'hiver avec émulsion d'huile anthracénique en bouillie bordelaise sur la tavelure des poires. Cette action est très nette et augmente sensiblement l'efficacité des traitements post-floraux sur la tavelure du fruit. Les expériences ont montré d'autre part que l'efficacité du premier traitement post-floral contre la tavelure est d'autant plus grande que la pulvérisation est faite plus près du moment de la pleine floraison. Dans la pratique, il y a donc intérêt à pulvériser les arbres avant la chute complète des pétales. Les deux traitements post-floraux effectués les 20 avril et 21 mai ont été efficaces contre les Carpocapses de première génération.

D'autres essais ont été faits par M. Paillot pour étudier l'action sur le Carpocapse des bandes-pièges en carton ondulé. Une partie des bandes avaient été badigeonnées avec un mélange de bêta-naphtol et d'huile. La presque totalité des chenilles qui se sont réfugiées sous les bandes ainsi traitées sont mortes. D'après le nombre des captures on peut considérer que la méthode des bandes-pièges traitées chimiquement est à conseiller dans la pratique.

Bupreste des Amygdalées (*Capnodis Tenebrionis* L.). — Le Bupreste des Amygdalées a fait l'objet, à la Station de Zoologie agricole d'Antibes (M. Pussard), de recherches particulières qui ont permis de préciser d'une part, des points importants de la biologie de l'insecte, et d'autre part, des méthodes de lutte nouvelles. Parmi les observations biologiques, les plus importantes sont celles qui ont porté sur la longévité des adultes, sur leurs caractères sexuels externes, sur leur alimentation, sur la ponte, la durée d'incubation des œufs et tout particulièrement sur les déplacements de la larve dans le sol et dans sa galerie. Des méthodes de lutte ont été précisées en fonction des connaissances actuelles sur l'évolution de l'insecte, dans une note présentée à l'Académie d'Agriculture [2].

Anthonomes. — Reprenant ses recherches antérieures sur l'Anthonome du pommier (*A. pomorum*), M. Régnier [3] s'est attaché à l'étude de l'alimentation de l'insecte parfait et a constaté que dès sa sortie du « clou de girofle », celui-ci est atteint d'une véritable fièvre de voracité qui s'atténue vers le milieu de juin. Cette période paraît être la plus favorable pour empoisonner l'Anthonome qui se montre actif surtout pendant la nuit. Les arsénicaux et les produits fluorés employés dans la lutte contre le Carpocapse rendent à cet égard des services incontestables.

L'utilisation des bandes de carton ondulé de quinze centimètres mises en place avant le

[1] Paillot (A.). — Nouvelles expériences sur le traitement des poiriers et pommiers contre la tavelure et le Carpocapse. (*C. R. Acad. Agric.*, t. XXI, p. 1108, 1935.)

—— Le Ver des pommes et des poires. (*Journ. Agric. prat.*, p. 289, 1935.)

[2] Pussard (R.). — Note préliminaire sur les méthodes de lutte contre le Bupreste des arbres fruitiers. (*C. R. Acad. agric.*, 1934.)

—— Observations sur la biologie du *Capnodis tenebrionis* et sur les méthodes de lutte contre cet insecte. (*Bull. Soc. Entom.*, n° 2, p. 23-26, 1935.)

—— Nouvelles observations sur le *Capnodis tenebrionis*. (*Ibid.*, n° 4, p. 55-59, 1935.)

—— Le Bupreste des arbres fruitiers (*Capnodis tenebrionis*). [État actuel de la question] Rapport présenté au Congrès de l'arbre fruitier et du fruit, tenu à Nice, le 21 janvier 1935.

[3] Régnier (R.). — De l'alimentation de l'Anthonome du pommier avant son engourdissement estival (*Bull. Amis Sc. nat. Rouen*, n° 7, 1934.)

—— Note relative à la lutte contre l'Anthonome du pommier. (*Bull. Ass. franç. pomologique*, p. 97-105, 1935.)

—— Peut-on détruire l'Anthonome du pommier? (*Journ. Agric. prat.*, 1935.)

15 juin permet de capturer de nombreux Anthonomes qui viennent y chercher un refuge pour l'été.

Aphides et autres Hémiptères piqueurs. — Des expériences effectuées par M. Régnier pour éprouver la résistance de certaines variétés de pommiers au Puceron lanigère, il paraît résulter que les sols sablonneux atténuent considérablement cette résistance, tandis que les sols argileux et frais l'augmentent sensiblement.

Les recherches de M. Pussard dans les Alpes-Maritimes et le Var ont permis de signaler la présence de deux espèces observées récemment en France sur fraisier, *Aphis forbesi* Weed et *Capitophorus fragaefolii* Cekl. [1].

Dans les cultures fruitières des environs de Rouen et de Louviers, M. Régnier a observé la prédilection du Tigre du poirier pour les espaliers placés le long des murs et exposés au midi.

Microlépidoptères nuisibles au pommier et au poirier. — Les recherches commencées en 1933 par M. Paillot sur la biologie des principaux Microlépidoptères nuisibles au pommier ont été continuées en 1934 et 1935. Les observations ont porté principalement sur *Blastodacna putripennella* dont les chenilles ont causé des dégâts assez importants dans un certain nombre de vergers de Haute-Savoie et de l'Aube, *Eucosma ocellana, Argyroplocae variegana, Cacaecia rosana, C. sorbiana, Pandemis ribeana, Peronea holmiana, P. contaminana, Recurvaria nanella, R. leucatella, Phycita spissicella et Coleophora nigricella.* Une note préliminaire publiée en 1935 dans la *Revue Française d'Entomologie* (T. II, fasc. 3) résume les principaux caractères biologiques de quelques-unes de ces espèces.

Les recherches de M. Balachowsky sur les Microlépidoptères nuisibles aux arbres fruitiers dans le Bassin de la Seine, ont permis d'apporter une contribution à la connaissance de ces insectes. Ces recherches ont porté principalement sur les *Cacaecia, Argyroplocae* et *Tmetocera* [2]. Une étude spéciale a été publiée sur un Microlépidoptère cosmoptérigide, *Blastodacna atra* dont les dégâts n'avaient jamais été signalés en France et qui depuis 1934, cause de plus en plus de dégâts aux pomacées.

M. Suire, à la Station de Bordeaux, a fait des observations sur les *Coleophora* parasites du poirier et du pommier, notamment sur *C. nigricella* et *C. hemerobiella.* Il a montré que les chenilles de cette dernière espèce peuvent s'attaquer aux jeunes poires, les trouer et provoquer leur chute [3].

Il a, d'autre part, constaté la présence de nombreuses chenilles de *Recurvaria nanella* sur certains pêchers en 1934.

En suivant l'évolution de l'*Hyponomeute* du pommier dans le pays de Bray, M. Régnier a constaté que vers la deuxième décade de juin, les colonies font des migrations locales qui rendent absolument inopérant l'échenillage pratiqué trop tardivement. Les chenilles se groupant pour se nymphoser, on facilite le regroupement, et par suite le ramassage, en disposant un grillage ou une armature métallique autour du tronc et des grosses branches [4].

Insectes des plantes d'ornement et des plantes à parfums.

M. Régnier a poursuivi ses études sur la biologie des Cicadelles écumantes, en particulier sur celle d'un petit Aphrophore, *Ptyelus graminis* de Geer, très abondant dans les jardins

[1] Pussard (R.). — Sur l'existence de quelques nouveaux foyers des Pucerons du fraisier, *Aphis forbesi.* Weed et *Capitophorus fragaefolii* Cekl. (*Bull. Soc. Entom.*, n° 5, 1935.)

[2] Balachowsky (A.) et Mesnil (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. (2 vol. 1965 pages, Méry, édit., Paris, 1935-1936.)

[3] Suire (J.). — Remarques sur l'évolution des chenilles du genre *Coleophora.* (*Rev. lépidop.*, octobre 1934.)

[4] Régnier (R.). — Considérations générales sur la biologie de l'Hyponomeute du pommier. (*Bull. Ass. fr. pomolog.*, p. 185-195, 1934.)

et dans les champs où il s'attaque à un grand nombre de plantes basses ; il a obtenu sur les mêmes végétaux de multiples variétés dont il a proposé un classement systématique [1].

Des essais effectués dans les serres pour détruire les Thrips, il résulte que ce sont les produits à base de roténone qui se sont montrés les plus efficaces et que ceux qui sont à base d'huiles sont à rejeter pour le traitement des plantes délicates (*Coleus, Primula*). Pour l'utilisation du cyanure de calcium, il y a lieu de tenir compte de la température et de l'humidité des serres.

M. Pussard a étudié *Otiorrhynchus rugoso-stratus* Goeze dont les dégâts sont importants dans les cultures de *Ruscus racemosus*. Les faits mis en évidence et les essais d'insecticides feront l'objet d'une prochaine publication.

Des recherches ont été d'autre part entreprises, à la demande de producteurs de Lavande, sur les insectes nuisibles à cette plante. Les observations sont faites dans le département des Basses-Alpes sur la Lavande vraie et sur le Lavandin ; elles ont déjà porté sur un Tortricide, *Philedone* (*Amphysa*) *joannisiana* Rag.

Insectes nuisibles aux plantes de grandes cultures.

M. Mesnil, en collaboration avec M. Vivien de Cambrai, a entrepris des recherches pour apprécier la valeur relative des différentes races de cette mouche vivant sur les Solanées, les Composées, etc. et pour déterminer si leur passage sur la betterave est possible.

En collaboration avec M^lle^ Singalowsky, il a entrepris la révision des Diptères nuisibles aux céréales et en collaboration avec M. Bonnemaison, l'étude des Punaises nuisibles aux céréales ainsi que l'étude des tissus des grains attaqués.

En ce qui concerne la Cécidomye du Chou fleur, un nouveau laboratoire de lutte contre ce parasite a été installé le 20 juillet 1935 à Saint-Omer.

Un important ouvrage comprenant près de 2.000 pages, illustré de 1.350 figures, la plupart originales, et dues en partie au talent de dessinateur de M. Pétré, attaché au Centre national de recherches agronomiques de Versailles, a été publié en 1935 par MM. Balachowsky et Mesnil sur les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Cet ouvrage, préfacé par M. le Professeur P. Marchal, membre de l'Institut et honoré d'une importante souscription du Ministère de l'Agriculture, forme un traité complet d'Entomologie agricole embrassant la France, l'Afrique du Nord et les régions limitrophes. Une grande partie de ce travail résulte d'observations ou de recherches exclusivement personnelles aux auteurs.

INSECTES NUISIBLES AUX ARBRES FORESTIERS.

M. Régnier a poursuivi ses recherches sur le dépérissement du Pin sylvestre dans les forêts normandes. Ce dépérissement est dû en grande partie à l'influence des fumées d'usine qui ont mis les arbres en état de moindre résistance et à des attaques répétées d'Hylésine et surtout de Lophyres. Le pourridié et la maladie du rond se sont développés en de nombreux points et des insectes, nouveaux pour la région, sont venus achever la désorganisation des Pins malades. Parmi ceux-ci, il convient de citer spécialement *Tomicus palliatus* et un Buprestide : *Melanophila cyanea* [2].

En liaison avec la Station centrale de Pathologie végétale et la Station centrale d'Amélioration des plantes de grande culture, M. Régnier a poursuivi ses recherches sur les Peupliers en portant tout spécialement son attention sur le rôle des Insectes dans la propagation du

[1] Régnier (R.). — Les Cicadelles écumantes de Normandie. Contribution à l'étude de *Ptyelus graminis* de Geer et de ses variations. (*Bull. Amis Sc. nat.*, Rouen n° 2, 1935.)

[2] Régnier (R.). — Un Bupreste nouveau pour la faune normande. (*Ibid.*, n° 3, 1934.)

—— Le dépérissement du Pin sylvestre en forêt de Rouvray. (*Bul. Amis des Sc. nat.*, Rouen, p. 87-92, 1934.)

chancre, l'action des traitements à base de goudron sur ces Insectes, la résistance des différentes espèces de Peupliers à l'action combinée du chancre et des Insectes, et l'influence des méthodes culturales sur celle-ci.

NÉMATODES DES VÉGÉTAUX, MYRIAPODES.

M. Pussard a continué ses recherches sur les Nématodes parasites des végétaux, en particulier sur l'Anguillule *Heterodera marioni* Goodey (*H. radicicola*). En opérant sur Cyclamens cultivés en terre stérilisée, il a pu vérifier que ce Nématode peut se reproduire normalement par parthénogénèse; en cultivant diverses plantes dans des cases de végétation, il a pu vérifier que l'Anguillule peut passer indifféremment du Cyclamen au Céleri, du Céleri à la Tomate, etc. De nombreux essais de désinfection du sol ont été effectués, en particulier sur Cyclamens.

M. Pussard a découvert l'Anguillule *Heterodera Schachtii* Schmidt sur œillets. Ce Nématode, en 1934 et 1935, a causé quelques dégâts dans les plantations d'œillets d'Antibes, de Saint-Antoine-Ginestière et de Nice. Des recherches sont en cours afin de préciser à quelle race biologique d'*Heterodera Schachtii* appartient le ravageur de l'œillet.

M. Chaboussou, à la Station de Bordeaux, a consacré une étude aux Myriapodes dans leurs rapports avec l'agriculture. Il a notamment étudié la question du régime alimentaire des Chilognathes (*Polydesmes, Iules* et *Blaniules*) qui recherchent avant tout les substances sucrées et non les substances en putréfaction.

Il a essayé avec succès contre les *Polydesmes* et les *Iules,* des appâts toxiques constitués par des tranches de Betterave qui ont baigné pendant vingt-quatre heures dans une solution de chlorure de baryum [1].

AUXILIAIRES DE L'AGRICULTURE. UTILISATION DES INSECTES ENTOMOPHAGES.

La Station de Bordeaux a continué à participer à la défense contre l'*Icerya purchasi* dans le pays basque au moyen du *Novius cardinalis.* Elle a maintenu l'élevage de l'*Aphelinus mali* à la Grande-Ferrade et assuré la distribution des souches de cet Hyménoptère suivant les demandes des agriculteurs.

L'acclimatation d'*Aphelinus mali* en Haute-Normandie se heurte à des difficultés qui tiennent en grande partie à la montée tardive du Puceron lanigère sur les rameaux (M. Régnier). La découverte de colonies parasitées sur *Cotoneaster* au Jardin des plantes de Rouen avait fait espérer qu'on pourrait utiliser cet arbuste pour le maintien de l'*Aphelinus.* Les essais effectués en 1935 n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

En étudiant *Ephestia elutella,* M. Chaboussou, à la Station de Bordeaux, a constaté le parasitisme de *Trichogramma minutum* sur les œufs de cette Pyrale.

M. Coutürier a continué l'étude des *Mermis* parasites d'Insectes de l'Osier, tels que *Phyllodecta vitellinae* L., *Plagiodera versicolor* Leich, *Nematus croceus, Acronycta leporina* L. Il a vu les larves de *Nematus* parasitées continuer à se nourrir sur le feuillage alors que les larves indemnes se sont enterrées pour tisser leur cocon. Les *Mermis* sortant des larves ou des chenilles d'*Acronycta* avaient jusqu'à 20 centimètres de long; ils ont subi la dernière mue environ trois mois plus tard.

La Station d'Antibes a pu distribuer en 1934, 61 colonies de *Novius cardinalis* et 8 colonies d'*Aphelinus mali;* en 1935, elle a expédié 180 colonies de *Novius* dont 10, envoyées par avion au Sandjak autonome d'Alexandrette, et 5 colonies d'*A. mali.*

Le poisson destructeur de larves de Moustiques *Gambusia Holbrooki* que M. Pussard avait pris l'initiative d'introduire à Antibes, grâce à l'obligeance de M. le Docteur Oxner de l'Institut océanographique de Monaco, a été distribué par ses soins dans la région, notamment, à Antibes, Grasse, Saint-Jeannet, Mougins, Le Trayas, etc.

[1] Chaboussou (F.). — Les Myriapodes dans leurs rapports avec l'Agriculture. (*Rev. de Zool. agric.* octobre et décembre 1935.)

RECHERCHES SUR LES INSECTICIDES ET SUR LEUR MODE D'APPLICATION. MOYENS DE LUTTE DIVERS CONTRE LES ENNEMIS DES CULTURES.

Les essais commencés à la Station de Bordeaux sur le Doryphore utilisé comme test de base, avec les émulsions de terpinolène rotenoné, ont été effectués également avec succès sur d'autres Insectes, en particulier sur différents Pucerons.

L'étude des mélanges pulvérulents contenant du derris ou du cubé a permis de présenter contre les Blattes des maisons une bonne formule constituée par de la fécule de pomme de terre additionnée de 10 p. 100 de poudre de derris ou de cubé [1].

Des essais avec appâts toxiques susceptibles de détruire les vers gris de Noctuelles (*Agrotis segetum* notamment) ont fait connaître les bons effets du son auquel on incorpore 10 p. 100 ou mieux, 20 p. 100 de fluosilicate de baryum [2].

Des expériences de traitement des Poireaux contre la Teigne (*Acrolepia assectella*) ont été effectuées avec succès au centre de recherches agronomiques d'Alsace en utilisant : la nicotine à 1,25 p. 100 d'alcaloïde additionnée d'un bon mouillant, un produit commercial liquide à base de roténone, une poudre commerciale à base de roténone. Il est nécessaire d'utiliser un jet direct et de bien viser le «cœur» du poireau.

M. Paillot a poursuivi ses expériences de traitement de la vigne avec bouillies mixtes à base de sulfate de cuivre et de chaux, de bouillie sulfocalcique et d'arséniate de plomb. Deux traitements ont été faits avant la floraison; un troisième, après la défloraison. Enfin, le 18 juillet, la vigne a reçu un poudrage avec oxychlorure de cuivre additionné de paradichlorobenzène. La protection contre le mildiou et l'oïdium a été bonne, mais l'action sur les vers laisse à désirer; il semble qu'un traitement spécial des grappes avec bouillie arsenicale seule soit nécessaire pour obtenir de bons résultats contre ces parasites.

Les expériences de traitement d'hiver des pommiers contre les chenilles de Microlépidoptères qui hivernent sur l'arbre, en utilisant l'émulsion d'huile anthracénique à 10 p. 100 dans la bouillie bordelaise ordinaire, ont donné d'excellents résultats contre les espèces suivantes : *Recurvaria nanella* et *R. leucatella, Argyroplocae variegana, Eucosma ocellana;* la destruction des chenilles de ces différentes espèces a été constatée sur les arbres traités. Par contre, les chenilles hibernantes de *Phycita spissicella, Blastodacna putripennella, Coleophora nigricella* ainsi que les chenilles de Carpocapse, résistent au traitement cupro-anthracénique [3].

Le traitement d'hiver des abricotiers avec l'émulsion d'huile anthracénique en bouillie bordelaise a également donné de bons résultats contre les œufs de *Cheimatobia brumata.* M. Paillot a constaté à la suite du traitement, que tous les œufs touchés par la bouillie avaient avorté. Deux des arbres ainsi traités ont été mis en observation et n'ont pas été pulvérisés au printemps avec bouillie arsenicale. Cependant, les dégâts causés par les chenilles ont été relativement peu importants comparativement à ceux que subirent les témoins.

Une application en grand de traitement de printemps des abricotiers contre les chenilles arpenteuses a été faite par M. Paillot en utilisant une pompe à moteur de petit modèle. 150 arbres fortement attaqués par la Chéimatobie ont été pulvérisés le 13 avril 1934 avec bouillie à l'arséniate de plomb. Le traitement a nécessité 400 litres de bouillie qui ont été pulvérisés en deux heures. Cet unique traitement a permis de sauver la récolte d'une destruction qui eût été presque complète étant donné le nombre des chenilles ayant éclos [4].

Des expériences de traitement des pêchers contre le Puceron vert du pêcher (*Hyalopterus pruni*) ont été faites en 1934 et 1935 par M. Paillot pour étudier l'action du *quassia amara*

[1] Lapparent (P. de). — Le Derris contre les Cafards. (*Rev. Zool. Agric.*, octobre 1934.)

[2] Fetraud (J.). — Les appâts toxiques contre les Vers gris. (*Rev. Zool. Agric.*, novembre 1934.)

[3] Paillot (A.). — Nouvelles observations sur le traitement d'hiver des arbres fruitiers par les émulsions d'huile d'anthracène. (*C. R. Acad. Agric. de France*, t. XX, p. 815, 1934.)

[4] Paillot (A.). — Nouvelles observations sur la biologie de *Cheimatobia brumata* et sur les traitements contre ce parasite. (*C. R. Acad. Agric. de France*, t. XX, p. 830, 1934.)

ajouté à la bouillie nicotinée ordinaire. Ces expériences ont montré que la bouillie mixte donne de meilleurs résultats contre le Puceron vert que la bouillie nicotinée seule ; les arbres traités une fois seulement ont été débarrassés de leurs parasites ce qui semblerait bien démontrer le rôle répulsif du *quassia* vis-à-vis du Puceron vert du pêcher.

M. Paillot a étudié le pouvoir ovicide comparé de différents types d'huile anthracénique plus ou moins riches en phénols et en hydrocarbures lourds ; les expériences ont été faites avec les œufs de *Cheimatobia brumata*. Ces expériences ont montré que l'action ovicide de l'huile anthracénique ne dépend pas exclusivement de sa richesse en produits acides ou en hydrocarbures lourds ; elles ont montré également que l'émulsion grossière de l'huile brute en bouillie bordelaise est au moins aussi efficace contre les œufs de Cheimatobie que l'émulsion fine dans l'eau. En pratique, la valeur du traitement d'hiver avec les émulsions d'huile anthracénique est surtout fonction de la manière dont la pulvérisation est faite et de l'époque à laquelle le traitement est exécuté.

D'autres essais comparatifs ont été faits par M. Paillot contre le Kermès du poirier (*Diaspis leperii* Sign. = *Epidiaspis pyricola* Wern.). Il n'a pas été possible de déterminer une différence d'activité entre les huiles riches en phénols et les huiles déphénolées. La destruction des Kermès n'a été que partielle, la plupart d'entre eux étant protégés par des couches superposées de vieux boucliers.

TRAVAUX DE SYSTÉMATIQUE.

La révision de la collection locale de Coléoptères du Docteur Marceron confiée à M. R. Duprez, correspondant de la Station de Rouen, a permis d'enregistrer un nombre important d'espèces nouvelles pour la région [1].

La collection de Lépidoptères normands de la Station de Rouen, considérablement enrichie pendant ces dernières années, a été complètement refondue et classée d'après les travaux les plus récents.

En collaboration avec M. le Docteur Villeneuve de Janti de Rambouillet, M. Mesnil a poursuivi ses études de systématique des *Muscidae* paléarctiques et africains. D'autre part, en collaboration avec M. Bonnemaison, il a entrepris l'étude de certains Diptères prédateurs d'*Aphidae* tels que les *Syrphidae*.

M. Henri Gadeau de Kerville a offert à la Station de Rouen ses collections de Névroptères et d'Orthoptères normands.

M. Regnier a poursuivi ses études sur les Homoptères normands.

M. Balachowsky étudiant la faune des Aphides nuisibles aux cultures fruitières a fait un premier inventaire des espèces dont il a pu constater le rôle nuisible. Il a poursuivi d'autre part ses recherches sur la biologie, la biogéographie et la systématique des *Coccidae*. De nombreuses publications ont été faites sur ce sujet dans diverses revues scientifiques françaises ou étrangères. Enfin il a continué d'étudier la systématique des Aphides en général [2].

[1] Duprez (R.). — Coléoptères nouveaux pour la région de la Seine-maritime (6 notes). [*Bull. Amis Sc, nat.*, Rouen, 1934.)

[2] Balachowsky (A.). — Les Coccides du Sahara central. (*Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, n° 4 p. 145-157, Alger, 1934.)

—— Les Cochenilles des Iles d'Hyères. (*Ann. Soc. Sc. Nat.*, Toulon, p. 78, 1933.)

—— Les Pucerons et les Cochenilles. (*C. R. Congr. défense sanit. des végétaux*, p. 71, Paris, 1934.)

—— Recherches biogéographiques sur la faune des Coccides de Corse. (*C. R. Somm. Soc. Biogéogr.*, p. 34, Paris, 1934.)

—— Cochenilles nouvelles ou peu connues du Maroc. (*C. R. Ass. franç. Avancem. des Sc.*, p. 160, Rabat, 1934.)

—— Contribution à l'étude des Coccides de France (17e note). Recherches complémentaires sur la faune de Corse. (*Bull. Soc. Entom.*, p. 67, 1934.). — Contribution à l'étude des Coccides de France (18e note). Sur un nouvel *Eriococcus* de Corse. (*Ibid.*, p. 98, 1934.) — Contribution à l'étude des

MALADIES DES INSECTES.
HISTOLOGIE ET CYTOLOGIE NORMALES ET PATHOLOGIQUES DES INSECTES.

Les recherches de M. Paillot sur les maladies des Insectes ont porté principalement sur les maladies à ultravirus, dont plusieurs types nouveaux ont été découverts chez les chenilles d'*Euxoa segetum* Schiff et de *Vanessa urticae* L.

Deux ultravirus dont les éléments sont visibles au microscope et colorables sur frottis vivent en parasites chez les chenilles d'*E. segetum* et provoquent un certain nombre de lésions cellulaires et tissulaires très caractéristiques. Les maladies provoquées par ces ultravirus ont été décrites sous les noms de Pseudo-grasserie 1 et 2.

Une troisième maladie dont les éléments parasitaires ne sont visibles que sur fond noir a été découverte chez les chenilles d'*E. segetum;* elle appartient au groupe des maladies dites «à polyèdres» ou «polyédries». Enfin une nouvelle polyédrie a été découverte par M. Paillot chez les chenilles de *Vanessa urticae* [1].

Ces différentes maladies font l'objet d'un mémoire publié dans ces Annales.

De nouvelles recherches ont été entreprises en 1934 par M. Paillot sur les réactions qui se manifestent chez les Aphides, les chenilles de *Pieris brassicae* et d'*Euxoa segetum* parasités par divers Hyménoptères. Chez tous ces Insectes parasités, on observe la présence de cellules géantes plus ou moins volumineuses dont l'origine n'a pu encore être précisée d'une manière définitive. Les cellules géantes qu'on observe dans le tissu adipeux des chenilles d'*E. segetum* parasitées par *Amicroplus collaris* Spin. dérivent de la membrane amniotique. Ce parasite est caractérisé par son développement polyembryonique.

Chez les Aphides parasités par *Aphidius,* les cellules géantes remplissent parfois une grande partie de la cavité générale. Dans une note à l'Académie des sciences présentée le 10 décembre 1934, M. Paillot avait conclu de ses observations que les cellules géantes pouvaient avoir pour origine les cellules germinales; mais de nouvelles observations tendraient à infirmer cette première hypothèse; il semblerait en définitive que les cellules géantes des Aphides comme celles de chenilles d'*E. segetum* dérivent de la membrane amniotique du parasite.

Coccides de France (19e note). Deux espèces nouvelles pour la faune de France récoltées dans la région parisienne. (*Ibid.*, p. 130, 1934.)

Balachowsky (A.). — Contribution à l'étude des Aphides de France (3e note). Sur la présence en France de *Hammamelistes spinosus*, Aphide américain de la tribu des *Hormaphidinae* (*Ibid.*, p. 243, 1934.)

—— Sur un *Margarodes* (*Hem. Coccidae*) nouveau appartenant à la faune alpine de la Sierra Nevada (Andalousie). [*C. R. VIe Congr. Int. Entom.*, Madrid (à paraître en 1936).]

—— Sur une Diaspine nouvelle du Sud de l'Espagne. (*Bull. Soc. Entom. de Fr.*, p. 233, 1935.)

—— Sur une Cochenille nouvelle de la Sierra Nevada (Andalousie) [*Ibid.*, p. 239, 1935.]

—— Les Cochenilles de l'Espagne. (*Rev. Path. Vég. et Ent. Agric.*, p. 225-270, 1935.)

—— Contribution à l'étude des Coccides des colonies françaises (2e note). Sur la présence de *Neomargarodes etrytrhocephala* au Soudan français. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, p. 284-285, Alger, 1935.)

[1] Paillot (A.). — Un nouveau type de maladie à ultravirus chez les insectes. (*C. R. Acad. Sc.*, t. XCVIII, p. 204, 1934.)

—— Sur une nouvelle maladie à ultravirus (maladie à polyèdres) des chenilles de *Vanessa urticae* L. (*Ibid.*, p. 963, t. CC, 1935.)

—— Nouvel ultravirus parasite d'*Agrotis segetum* provoquant une prolifération des tissus infectés. (*Ibid.*, t. CCI, p. 1062, 1935.)

—— Nouveau type de maladies à polyèdres ou polyédries observé chez les chenilles d'*Euxoa* (*Agrotis*) *segetum*. (*Ibid.*, t. CCII, p. 254, 1936.)

Deux nouvelles dysenteries du Ver à soie à cause non parasitaire ont été découvertes par M. Paillot dans la Drôme. Ces deux maladies décrites sous les noms de Dysenterie valentinoise et Dysenterie d'origine embryonnaire ont fait l'objet d'un mémoire publié en 1935 dans les *Annales de l'Institut Pasteur.*

L'étude des processus réactionnels chez les Vers à soie infectés expérimentalement avec *Streptococcus bombycis*[1] a permis de faire de nouvelles constatations intéressantes sur la formation des nodules folliculeux ainsi que sur d'autres processus qui se déclenchent au cours de l'infection. D'après les faits observés, il semble bien que la formation des nodules ne constitue pas un moyen de défense plus énergique que la phagocytose. Les cellules qui constituent le nodule s'agglutinent autour d'éléments à vitalité réduite ou en état de dégénérescence. Les faits mis en évidence ont fait l'objet d'une note à l'Académie des sciences présentée le 11 mars 1935.

De nouvelles recherches entreprises par M. Paillot sur les modifications histologiques et cytologiques au cours de la mue du Ver à soie ont permis de mettre en évidence un certain nombre de faits nouveaux. Ces faits feront l'objet d'une prochaine publication.

APICULTURE.

M. Suire a poursuivi à la Station de Bordeaux l'étude des Teignes parasites des ruches : *Achroia grisella* et *Galleria mellonella.* En nourrissant les chenilles dans des conditions artificielles sur des feuilles de cire avec du pollen de diverses plantes, il n'a pas observé de différence dans la coloration des adultes, mais il a noté pour *Galleria* l'absence de développement parthénogénétique.

VERTÉBRÉS UTILES ET NUISIBLES.

M. Chappellier a continué et poursuit des essais sur la résistance des petits Rongeurs à différents poisons et au *Bacillus typhi murium.* Il a commencé d'autre part, en collaboration avec le service des virus de l'Institut Pasteur, de nouvelles recherches sur la destruction du Rat musqué par le *Bacillus typhi murium.* Une statistique des taches de Rat musqué en France avec leur extension à la fin de l'année 1933 a été publiée en 1934. En collaboration avec M. Raucourt, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie, M. Chappellier a poursuivi l'étude de l'action des traitements insecticides arsenicaux sur le gibier et les animaux de ferme[2].

En ce qui concerne les Oiseaux, la Station ornithologique de Versailles a continué ses opérations de baguage de Freux et de Héron cendré. Une enquête a été faite sur les voies de pénétration en France des Freux de migration. La rentrée de quelques Freux bagués par la

[1] Paillot (A.). — Nodules leucocytaires et processus réactionnels divers chez les vers à soie infectés expérimentalement avec *Streptococcus bombycis.* (*C. R. Acad. Sc.*, t. CC, p. 963, 1935.)

—— Contribution à l'étude des maladies intestinales du ver à soie. Deux types de dysenteries non infectieuses. (*Ann. Inst. Past.*, t. LIV, p. 627, 1935.)

[2] Chappellier (A.). — Essai de l'action sur différents rongeurs du *Bacillus typhi-murium* cultivé dans les grains de seigle. (*Ann. des Épiphyties et Phytogénétique*, années 1934-1935, p. 341-348.)

—— Le Rat musqué en France. (*Bull. Soc. nat. d'Acclim.*, 1934.)

—— La toxicité envers le gibier des insecticides arsenicaux. (En collaboration avec M. Raucourt). [*C. R. Acad. Agric.*, 1934.]

—— Le Ragondin est-il carnivore? (*Bull. Soc. Nat. d'Acclim.*, 1935.)

—— Recherches des points et voies de pénétration en France des Corbeaux migrateurs. (*Rev. des Eaux et Forêts*, 1934.)

—— La dénudation de la face chez le Freux et ses modifications jusqu'à l'âge de cinq ans. (*L'Oiseau et la Revue franç. d'Ornith.*, 1935.)

—— Étude de la migration du Freux par le baguage. (*C. R. Acad. Agric. de France*, 1935.)

Station et échelonnée jusqu'à l'âge de 5 ans a permis d'apporter des précisions nouvelles sur la dénudation de la face des Freux.

Dans une brochure de propagande largement diffusée en Normandie, M. Régnier a condensé tout ce qui a trait à la lutte contre les Rats et les Campagnols [1].

De nouveaux essais ont été faits par la Station de Rouen avec le virus préparé sur bouillon de viande gélosé, notamment pour détruire les campagnols en montagne aussitôt après la fonte des neiges. Les expériences ont prouvé d'autre part qu'il était possible de substituer au bouillon de viande dont la préparation est assez longue et coûteuse, un bouillon Kub par litre.

La Station de Rouen s'est occupée des Rats musqués qui pullulent dans l'Eure ainsi que des Ragondins. Elle a d'autre part poursuivi les opérations de baguage des Freux au nid dans la corbeautière de Grosfy (Seine-Inférieure).

SÉRICICULTURE.

La Station séricicole d'Alès a essayé de mettre au point une méthode de sélection des œufs au point de vue du sexe basée sur l'examen par transparence à un grossissement de 90 à 100 diamètres. A ce grossissement on distingue assez bien la structure de la membrane séreuse qui tapisse l'intérieur de l'œuf.

L'aspect n'est pas le même chez tous les œufs examinés : M. Secrétain distingue plusieurs catégories différentes suivant que l'aspect de la séreuse est régulièrement ou irrégulièrement réticulé ou tacheté. Les graines polygonales et tachetées constituent les deux catégories les plus tranchées.

L'élevage de 200 graines de chaque type appartenant à deux races différentes : Almeria et Indigène type R a donné les résultats suivants en 1934 :

Race Almeria	Graines polygonales	56 p. 100 de femelles.
		44 — de mâles.
	Graines tachetées	33 p. 100 de femelles.
		7 — de mâles.
Race Indigène, type R.	Graines polygonales	70 p. 100 de femelles.
		30 — de mâles.
	Graines tachetées	27 p. 100 de femelles.
		73 — de mâles.

En 1935 des résultats analogues ont été obtenus avec la race indigène type R. Il semble donc que les graines dont la membrane séreuse se présente sous la forme réticulée donnent une prédominance de femelles et que les graines dont la membrane séreuse présente des taches sombres donnent une prédominance de mâles.

L'observation des œufs aux rayons ultra-violets filtrés (lumière de Wood) permet de les sélectionner au point de vue de la richesse soyeuse des cocons. Les œufs qui se présentent sous une couleur violette donnent des cocons plus riches en soie que ceux qui se présentent sous une couleur jaune. Pour les lots de reproduction, il serait intéressant de pouvoir éliminer les œufs jaunâtres à la lumière de Wood afin d'obtenir des géniteurs sélectionnés au point de vue de la richesse soyeuse.

Des recherches ont été effectuées pour étudier l'influence du milieu sec et humide sur les œufs et leurs produits. Cette influence, d'après les expériences faites en 1934, ne se manifeste pas nettement. Cependant la richesse soyeuse est plus élevée pour les cocons provenant d'un lot conservé en atmosphère humide que pour ceux d'un lot maintenu en atmosphère sèche.

[1] Régnier (R.). — Rats et Campagnols en agriculture. (*Congr. Déf. sanit. des végét.*, Paris, 1934.)
—— Capture de Ragondins dans l'Eure. (*Bull. Amis. Sc. Nat. Rouen*, 1934.)
—— Recherches sur les Corbeaux. (*Bull. Synd. Agr. Seine-Infér.*, 1er avril 1934.)

On sait que les œufs de vers à soie univoltins doivent obligatoirement subir l'action du froid pour éclore (température de 0 degré pendant un mois). La Station d'Alès a étudié l'influence d'une température de + 3° C. maintenue pendant trois mois sur les œufs de plusieurs races différentes; la proportion des œufs qui éclosent après la mise en incubation varie considérablement suivant les races. Cette conclusion est importante pour les cas où l'on a à faire des élevages successifs en particulier dans le cas des races productrices de crin de Florence (Gubbio, Almeria, Procida) où l'on est dans l'obligation de procéder à des éducations échelonnées afin de régulariser les étirages des glandes soyeuses.

Étudiant la transmission héréditaire des caractères monovoltins et bivoltins, M. Secrétain a croisé en 1934 une race japonaise bivoltine à très petits cocons avec une race monovoltine à très gros cocons, il a obtenu 83 p. 100 d'œufs appartenant au type monovoltin et 17 p. 100 d'œufs appartenant au type bivoltin. L'élevage des œufs de type monovoltin a permis de constater que le type japonais n'a pas reparu dans cette génération et que les produits obtenus sont nettement supérieurs par leurs dimensions et par leur poids au type primitif.

Des recherches ont été entreprises à la Station d'Alès pour étudier la cause des différences de coloris présentées par les soies de provenances diverses après décreusage et teinture dans le même bain et chercher à y remédier. M. Secrétain tire de ses recherches les conclusions suivantes :

1° Il semble établi que c'est la séricine qui joue le rôle principal dans les différences de coloration des cocons à la lumière de Wood;

2° Que des soies complètement décreusées sont de couleur uniforme;

3° Que dans les cocons blancs la proportion de séricine est plus élevée dans la teinte jaune que dans la teinte violette; que dans les cocons jaunes, et pour la race Almeria seulement, la proportion de séricine est plus élevée dans la teinte jaune que dans la teinte violette;

4° Au point de vue de la couleur des cocons à la lumière de Wood, le problème reste entier puisque, dans ce que l'on appelle communément race, se trouvent des cocons de différentes teintes. Les recherches futures détermineront s'il s'agit d'une variation individuelle ou d'un caractère provenant d'un ancien croisement.

La sériciculture dans le département du Gard.

Malgré le prix de vente dérisoire de 1 fr. 50 le kilogramme de cocons, le département du Gard a produit en 1934 : 377.163 kilogrammes de cocons contre 377.157 en 1933. Il y a diminution du nombre des sériciculteurs (5.907 contre 6.207) et augmentation de la quantité de graines mises en incubation (8.325 onces contre 7.234). En 1935 on note une diminution considérable du nombre des sériciculteurs (plus de 1/5°).

Les départements du Gard et de l'Ardèche ont produit à eux seuls 79 p. 100 de la récolte totale en cocons en 1934 et 81 p. 100 en 1935. Les progrès réalisés dans la pratique des méthodes rationnelles de l'élevage ont augmenté très sensiblement le rendement moyen à l'once. Ce rendement qui a été de 34 kilogr. 910 en 1913, atteignait 48 kilogr. 887 en 1934; il a même dépassé 50 kilogrammes en 1933.

Des chambres collectives d'incubation ont été organisées par la Station séricicole d'Alès en collaboration avec la Fédération séricicole d'Alès et des Cévennes en plusieurs centres et ont fonctionné à la plus grande satisfaction des intéressés. Enfin la Station, en collaboration avec la même Fédération, a organisé un service de désinfection gratuite des magnaneries qui a donné d'excellents résultats.

Un concours a été organisé par la Station d'Alès, en 1934, pour apprécier le rendement en soie des cocons; ce concours fait suite à d'autres concours sur l'agencement des magnaneries et l'élevage proprement dit, sur le rendement en poids de l'élevage. Il a permis de constater la haute qualité des produits de l'élevage cévenol et la supériorité de notre grainage français. Cent trente-trois sériciculteurs s'étaient fait inscrire; tous ont reçu une once de graines de la même race soigneusement sélectionnée; les cocons ont été traités à la Station

pour déterminer le rendement en poids et en soie. La moyenne générale du rendement en cocons à l'once de 30 grammes a été de 79 kilogr. 551 ; le rendement en soie a été nettement plus élevé que celui admis généralement dans les statistiques : il a fallu seulement 9 kilogr. 288 (au lieu de 11 kilogr.) de cocons frais pour faire 1 kilogramme de soie.

Il convient également de faire remarquer les différences de rendement et de qualité entre les sériciculteurs qui ont pratiqué l'élevage à la feuille détachée et ceux qui ont employé la méthode aux rameaux. Le rendement à l'once a été :

Feuille détachée	76 kilogr. 167
Élevage aux rameaux	83 kilogr. 936

Au point de vue du rendement en soie, il a fallu 9 kilogr. 420 de cocons pour faire 1 kilogramme de soie dans l'élevage à la feuille détachée et 9 kilogr. 167 dans l'élevage aux rameaux.

En résumé, les résultats acquis dans les trois derniers concours consacrent d'une façon certaine la supériorité de l'élevage aux rameaux sur celui de la feuille détachée.

A la Station de Zoologie agricole d'Antibes des recherches ont été poursuivies à la demande du Président de la Confédération générale Séricicole, par Mme Pussard docteur ès sciences sur diverses questions séricicoles, notamment sur la fabrication du crin de Florence et sur la génétique du Ver à soie ; ces travaux ont fait l'objet de plusieurs publications [1].

DÉFENSE DES CULTURES.

I. Étude sur les huiles d'anthracène.

M. Raucourt (Versailles) a examiné différentes méthodes d'analyse chimique et d'essai physique, applicables aux huiles anthracéniques employées pour les traitements des arbres fruitiers. L'étude d'une série d'échantillons d'origines diverses a permis de fixer les limites entre lesquelles varient ordinairement les caractéristiques des huiles de goudron vendues en France.

Quelques essais sur végétaux ont cherché à établir des rapports entre les caractères physiques et chimiques des huiles et leur action sur les plantes [2].

II. Étude de produits mouillants ou adhésifs dans les traitements d'arbres fruitiers.

MM. Joëssel et Suau (Avignon), ont étudié l'effet de l'addition, à une bouillie bordelaise arsenicale ou à une bouillie bordelaise à la cryolithe, d'un certain nombre de produits, simplement adhésifs (caséine) ou mouillants (alcool amylique) ou jouissant des deux propriétés à la fois (sels biliaires, résine colloïdale, alcools terpéniques sulfonés).

Les résultats obtenus avec la bouillie bordelaise arsenicale additionnée de l'un ou l'autre des produits essayés n'ont pas présenté de grandes différences avec ceux donnés par la même bouillie employée seule, mais les conditions réalisées au cours de ces essais ont été peu favorables à leur réussite.

[1] M. et Mme R. Pussard. — Recherches sur la fluorescence des Vers à soie (*Bombyx mori* L.) en lumière de Wood. Rapport entre la fluorescence et le rendement en crin de Florence. (*C. R. Acad. d'Agric.* 7 novembre 1934.)

Pussard (E. et R.). — Contribution à l'étude de la fabrication du crin de Florence. (*Rev. de Zool. Agr.*, Bordeaux, août, septembre, octobre, 1935.)

[2] M. Raucourt. — Propriétés des huiles d'anthracène employées dans la défense des cultures. (*C. R. Acad. Agric.* 1934, t. XX, p. 834-839 [31 octobre 1934].)

Le pourcentage des fruits véreux sur les arbres traités avec la bouillie à la cryolithe a été dans l'ensemble plus élevé que sur ceux traités à la bouillie arsenicale. Les produits qui, ajoutés à cette bouillie, ont donné les résultats les meilleurs sont les sels biliaires et les alcools terpéniques sulfonés; la caséine s'est montrée la moins active [1].

III. Questions relatives à l'emploi des arsenicaux comme insecticides.

L'emploi des sels arsenicaux en agriculture pose une série de problèmes relatifs à l'évaluation exacte de leur degré de toxicité et des dangers qu'ils peuvent présenter pour l'homme et les animaux utiles. M. Raucourt (Versailles) a examiné plusieurs de ces points, en liaison avec les différents services de la Station Centrale de Zoologie agricole :

1° *Dépôts arsenicaux sur l'herbe dans les traitements de prés-vergers.* — On a évalué les quantités d'arsenic existant sur l'herbe à la suite d'un traitement liquide de pommiers haute-tige. Les chiffres obtenus atteignent parfois une centaine de milligrammes par mètre carré de terrain; une certaine prudence s'impose donc dans le pâturage des prés ainsi traités [2]. La seconde partie de ce travail sera publiée prochainement.

2° *Entraînement par le vent des poudres arsenicales.* — Les essais de traitement par poudrages arsenicaux contre le Doryphore donnent d'excellents résultats économiques, mais suscitent parfois des craintes en raison de l'entraînement du poison par le vent. Une étude poursuivie pendant deux saisons (1933 et 1934) a pu montrer que les dépôts d'arsenic à l'extérieur du champ traité deviennent insignifiants à partir d'une distance de 10 à 20 mètres [3]. Le danger dû à l'emploi des poudres arsenicales est pratiquement négligeable en grande culture.

3° *Intoxication du gibier par les arsenicaux.* — Les doses mortelles, pour le lièvre, le lapin et la perdrix, des principaux insecticides arsenicaux, ont été évaluées au laboratoire. Une enquête étendue à toute la France a d'autre part cherché à établir la fréquence des cas d'empoisonnement de gibier à la suite des traitements insecticides.

Il résulte, tant de l'enquête que de l'étude expérimentale, que les traitements arsenicaux ne peuvent entraîner qu'exceptionnellement la mort du gibier et des volailles.

Des analyses toxicologiques portant sur des cadavres d'animaux suspects d'empoisonnement ont toujours mis hors de cause l'action des insecticides arsenicaux [4].

IV. — Études sur les bouillies cupriques.

MM. J. Branas et J. Dulac (Montpellier), poursuivant leurs travaux sur les bouillies cupriques, ont étudié notamment les facteurs qui agissent sur la toxicité des dépôts cupriques envers les zoospores de *Plasmopara viticola*. Ils ont montré que cette toxicité dépend étroitement de la solubilité des dépôts, et par suite, de l'acidité ionique des eaux météoriques.

[1] Joëssel (P. H.) et Suau (J.). — Produits mouillants ou adhésifs dans les traitements mixtes contre le Carpocapse et la Tavelure. (*Annales des Épiphyties et Phytogénétique*, t. II, fasc. 1, p. 31-49, 1936.)

[2] Raucourt (M.), Trouvelot (B.) et Cabane (E.). — Importance et persistance des dépôts d'arsenic dans les traitements insecticides de prés-vergers. (*Rev. de Path. Vég. et d'Ent. Agr.*, t. XXII, p. 67-78, 1935.)

[3] Raucourt (M.), Dupouy (R.) et Dupoux (L.). — Nouvelles observations sur l'entraînement des poudres insecticides par le vent. (*Rev. de Path. Vég. et d'Ent. Agr.*, t. XXII, p. 298-302, 1935.)

[4] Chappellier (A.) et Raucourt (M.). — Les traitements arsenicaux sont-ils dangereux pour le gibier et pour les animaux de basse-cour? (*Annales Épiphyties et Phytogénétique*, nouvelle série, t. II, fasc. 2 p. 191-241, 1936.)

Pratiquement, l'efficacité parfois insuffisante des formules classiques, bordelaise ou bourguignonne, est due à une solubilisation trop faible du précipité formé [1].

Les mêmes auteurs ont examiné les effets de l'addition aux bouillies cupriques de diverses substances adhésives, destinées à accroître leur efficacité. Ces additions agissent défavorablement, au moins dans certains cas [2].

[1] Branas (J.) et Dulac (J.). — Le traitement du mildiou de la vigne par les produits cupriques. (*C. R. Acad. Agric.*, t. XX, p. 34-39, 1934.)

Branas (J.) et Dulac (J.). — Sur le mode d'action des bouillies cupriques. (*Congrès de la Défense sanitaires des Végétaux*, t. II, p. 235, 24 janvier 1934.)

Branas (J.) et Dulac (J.). — Nouvelle contribution à l'étude du mode d'action des bouillies cupriques. (*C. R. Acad. Agric.*, t. XX, p. 500-505, 1934.)

[2] Branas (J.) et Dulac (J.). — Sur quelques effets des produits ajoutés aux bouillies cupriques. (*Rev. de Path. Vég. et d'Ent. Agr.*, t. XXII, p. 13-18, 1935.)

DOCUMENTATION.

I. PHYTOGÉNÉTIQUE.

JONARD (P.). — **Essai de classification des blés tendres cultivés en France.** — Les caractères de l'Épi et de la Paille. Leur utilisation dans la détermination des variétés de *Triticum vulgare* VILL. Monographie publiée par le Centre national de recherches agronomiques (n° 3), 1 vol. in-8 jésus, 264 pages, 15 fig. (Imprimerie Nationale. Paris 1936, 25 fr.)

Depuis la guerre, grâce aux efforts des sélectionneurs hybrideurs, le nombre des variétés cultivées en France s'est accru dans des proportions considérables.

Les travaux des TESSIER, HEUZÉ, DE VILMORIN, DENAIFFE et SIRODOT, qui jusque-là permettaient de connaître les caractères, les aptitudes et l'origine des variétés cultivées, demandaient à être complétés.

C'est l'objet du présent travail, effectué à la Station centrale d'amélioration des plantes de Versailles chargée du service de contrôle, de l'identité et de la pureté des semences.

L'A., après avoir passé en revue les différentes classifications botaniques et agronomiques des blés, décrit les différents caractères de l'épi et du chaume utilisables pour la détermination des variétés. Il est amené, pour séparer des variétés morphologiquement très voisines, à faire appel à des caractères peu visibles, mais parfaitement stables qui constituent de véritables *empreintes digitales* des variétés.

Ces caractères sont utilisés dans la deuxième partie de l'ouvrage pour établir des tableaux de détermination.

Enfin, dans une troisième partie, sont décrits les caractères de l'épi et du grain de 190 variétés de blé, en même temps que sont indiqués l'origine génétique, l'obtenteur et la synonymie de chacune d'entre elles.

Ce travail, qui demande à être complété par une description des caractères végétatifs et l'indication des aptitudes culturales de nos blés, comble une importante lacune de notre bibliographie agronomique. L. A.

Plant Breeding Abstracts. (Supplement II. Summary of Reports received from stations in the British Empire, 1932-1935.)

Notre bibliothèque a reçu récemment un supplément à Plant Breeding Abstracts qui résume les rapports annuels reçus à l'Imperial Bureau of Plants Genetics (Cambridge) et qui a pour but de donner un aperçu précis du travail de sélection et des sujets traités dans l'Empire britannique au cours de la période 1932-35. Ce supplément, facile à consulter, a demandé, pour être établi, l'examen de 400 rapports, représentant dans le domaine de la sélection une activité considérable.

Une grande partie des travaux cités se trouvent seulement dans les rapports annuels et, sans l'activité de l'Imperial Bureau of Plant Genetics, ils demeureraient inaccessibles au lecteur ordinaire. Ce supplément présente également l'intérêt de faire connaître des travaux en cours dont la publication n'aura lieu qu'ultérieurement.

L'ouvrage traite de l'ensemble des plantes économiques, excepté les plantes fourragères, et comprend la sélection, la génétique, la cytologie et une section de génétique des plantes parasites.

Le supplément est très clair et conçu de telle manière que les références sur un sujet donné et pour un pays déterminé se trouvent immédiatement : un index complet est donné à la fin du volume.

De telles revues ont une très grande valeur pour les sélectionneurs et donnent un aperçu du travail de recherches pour l'ensemble de l'amélioration des plantes. Elles

seront lues avec intérêt par tous ceux qui s'intéressent à la génétique moderne et à ses applications aux plantes agricoles.

Un supplément identique paraîtra d'après les rapports publiés par les stations étrangères. R. F.

VOLODKOVITCH (M. I.). — **Comparaison entre l'analyse après culture et l'analyse au laboratoire des avoines de la région de Koüibyshew.** (Vergleich von Laboratorium und Freiland Sortenanalyse der Hafer des Koüibyschew Gebiets.) *Bull. of appl. Botany*, série IV, n° 1, Leningrad 1936, p. 57-63. (Résumé en allemand).

L'analyse au laboratoire a été faite sur des échantillons répétés de 80 grammes et en se basant sur les caractères suivants, après élimination de tous les 2e et 3e grains : couleur et forme du grain, pilosité de la base, forme et longueur de la baguette, forme de la cicatrice, aspect du dos et du ventre, degré d'aristation, caractère de la surface de la glumelle externe; cette dernière peut être lisse (*Triomphe*), ou bien couverte d'une rugosité plus ou moins serrée, à grains plus ou moins gros (*Pluie d'or* faible, *Kito* très prononcée.)

Pour les grains dont la couleur n'est pas bien nette, on utilise la méthode suivante : traitement des grains pendant 24 heures dans une solution alcoolique à 5 p. 100 d'acide chlorhydrique, puis observation après dessication complète : coloration jaune vif pour les grains jaunes, rose sale pour les grains blancs.

Pour l'analyse après culture, ces mêmes échantillons ont été semés sur une ligne de 60 mètres de long, divisée en 3 tronçons de manière à obtenir 3 bottes de 1.000 à 1.500 panicules chacune. Analyse par panicule d'après : le type de la panicule, pilosité des nœuds, caractères des glumes, pilosité de la base des grains, aristation, caractère des arêtes et des grains.

Ces essais poursuivis en 1930, 1931, 1932 ont montré une très bonne concordance entre les deux méthodes et l'A. est amené à préconiser la méthode d'analyse au laboratoire comme plus rapide et aussi plus exacte que la deuxième. L. F.

PHILIPTCHENKO (J. A.). — **Génétique des blés tendres.** (Genetics of Soft wheats.) 1934, Ogiz Moscou-Léningrad. (Édition posthume complétée par I. LIEPIN, 262 p. [en russe].)

L'A. s'est attaché à l'étude de l'hérédité des caractères quantitatifs. Chez les blés tendres pris au sens large (blés à 45 chromosomes), ces caractères sont très importants au point de vue pratique et pourtant leur génétique a été très peu étudiée à cause de leur variabilité. La base du travail a été la recherche de la variabilité de certains caractères dans le temps et dans l'espace, ainsi que la valeur de certains rapports remplaçant les chiffres absolus. Les caractères retenus pour l'étude sont les suivants : longueur de l'épi, nombre d'épillets; largeur et épaisseur de l'épi (caractères conditionnant la forme de l'épi) ainsi que quelques caractères de la glume et du grain (longueur et largeur).

Vingt croisements ont été effectués entre diverses formes de blés tendres et leur analyse a montré que la forme de l'épi est déterminée par 22 facteurs au moins, qu'on peut diviser en 3 groupes : 1° Les gènes les plus forts : C (compacité) et S (facteur spelta) ; 2° gènes allongeant l'épi, L_a, L_2, L_5, et leur modificateur M. Certains facteurs M agissent comme les gènes L, sur le nombre d'épillets comme sur la longueur de l'épi, d'autres sur l'un ou l'autre seulement. Les gènes L ont un caractère géographique, ainsi L_a est caractéristique des blés européens, L_2, des blés Hindous et L_5 des blés de Sibérie orientale ou mongols. L'alléomorphe M_M m_m porte également un caractère géographique, son état récessif étant spécifique des blés de provenance Hindoue; 3° facteurs les plus faibles et dont l'effet ne se fait sentir qu'en l'absence de C et S et même de L_a. On peut rapporter ici C_1, C_2, C_3 et p_1..... p_6 et aussi q, k et r dont dépendent les formes en massue ou compressées.

L'A. a pu mettre en évidence que l'effet des différents facteurs n'est pas additionnel mais est le résultat d'une interréaction compliquée.

Les autres caractères ont été moins complètement étudiés. Mais là aussi on a pu

mettre en évidence plusieurs facteurs : pour la largeur des glumes un facteur *a* récessif + 5 paires de renforçateurs, 2 de ces paires D et D_2 ayant un caractère dominant, les 3 autres F_1, F_2 et F_3, recessifs. La longueur de la glume a subi l'influence des facteurs C, Q, E de l'épi et aussi en partie l'influence des facteurs L_1 et L_2, mais elle a aussi des facteurs spéciaux d'élongation : G_1 dominant dans *Prélude*, G_2 dominant dans *Aurora* et I, récessif dans *Erythrospermum irkutianum*.

Dans ses conclusions, l'A. envisage les différences entre facteurs déterminant le genre, l'espèce et la variété et pense à l'existence de facteurs plasmatiques ou « plasmones » non différenciés en unités comme les gènes des chromosomes, ce serait simplement des différences fondamentales dans les protéines de la cellule (sans opposition entre le noyau et le reste de la cellule). Les gènes des chromosomes (facteurs variétaux) n'influeraient pas sur l'aspect général de ces protéines mais modifieraient quantitativement quelques molécules constitutives. Cette hypothèse n'entraîne d'ailleurs pas la matroclinie dans les croisements intergénétiques.

L'A. insiste sur l'importance de ses travaux au point de vue pratique pour le choix des géniteurs suivant les résultats à obtenir.

(Importante bibliographie.) L. F.

KATTERMANN (G.). — **Résultats génétiques de croisements Blé × Seigle jusqu'en F_4. — 1re communication : la pilosité de la tige et ses rapports avec la longueur de la paille et la fertilité.** (Genetische Ergebsnisse bei Weizenroggenbastarden bis F_4. — Mitteilung I : Die Behaarung des Halmes und Beziehungen dieses Merkmals zu Strohlänge und Bekörnung.) *Pflanzenbau*, 12e année, fasc. 4, p. 131-149, octobre 1935.

L'A. a croisé en 1930 une variété de blé (*Triticum vulgare* 2 $n = 42$) caractérisée par la couleur bleu-vert des grains, « *Blaukorn* 21_1 » avec un seigle d'hiver à paille courte, « *Winterroggen* 0_1 ». 21 p. 100 des fleurs pollinisées furent fécondées et produisirent 19 grains dont on obtint 12 plantes F_1 à pollen complètement stérile. Ces plantes où le type seigle ne dominait que par la pilosité du col de l'épi, furent recroisées facilement avec le blé soit naturellement, soit artificiellement. Leur descendance fut suivie jusqu'en F_4. L'auteur a pu faire les observations suivantes :

Le caractère pilosité de la tige varie beaucoup en intensité. Les caractères du blé dont la ségrégation se produit dès F_2 prédominent. Les familles à tiges poilues deviennent de plus en plus rares au cours des générations et, dans les familles en disjonction, la proportion de plantes poilues décroît aussi. Il y a pourtant des familles chez lesquelles la pilosité de la tige apparaît comme un caractère constant, allié à d'autres provenant du blé. La formation de ces formes hybrides constatées ne doit pas s'arrêter à la F_4. Dans les familles en disjonction, quant à la pilosité des tiges, ce caractère va de pair avec une diminution de la longueur des tiges et un léger amoindrissement de la fertilité. Il y a donc probablement liaison étroite entre les facteurs du seigle qui déterminent ces trois caractères.

L'A. essaye d'expliquer les faits qu'il a constatés en envisageant diverses hypothèses d'ordre cytologique. G. MÉN.

HUET (G. — **De la classification commerciale des variétés de riz du Sud indochinois conservées à l'expertise.** (Office indochinois du riz. F. M. de Renseignements, mars 1936.)

Les caractéristiques qui servent à définir le riz blanc dépendent des qualités du paddy et de l'usinage. Les qualités courantes Saïgon sont du point de vue commercial moins appréciées que les sortes concurrentes étrangères; ce fait est dû à l'hétérogénéité du paddy.

Le paddy lui-même est caractérisé de la façon suivante : présence de graines rouges et graines jaunes, transparence et format. Les souches épurées des champs d'essais donnent des riz qui sont entièrement dépourvus de graines rouges. La présence de graines jaunes dépend de la pluviométrie et des conditions de récolte. La transparence

dépend des conditions de l'année, mais est aussi un caractère variétal susceptible de modifier les groupements de variétés. Le format est le caractère le plus important au point de vue commercial. En mesurant une centaine de graines chez 161 variétés, il a été fait 10 groupes en tenant compte du rapport longueur-largeur.

L'A. prévoit que l'amplitude des variations constatées chez une même variété d'une campagne à une autre ou, pour une même campagne, d'un terrain à un autre, ne sont pas telles qu'elles risquent de bouleverser les bases très sérieuses que procure le format comme ossature d'une classification commerciale. R. F.

Avakian (A. A.). — **Détermination des espèces d'*Allium* d'après les caractères morphologiques et anatomiques des grains.** (Bestimmung von Zwiebelarten nach morphologisch-anatomischen merkmalen der Samen.) *Bull. of appl. Bot.*, série IV, n° 1, p. 77-85, Léningrad 1936 (résumé allemand).

L'A. a cherché à différencier les espèces suivantes d'*Allium* : 1. *Allium cepa* L. oignon). — 2. *Allium fistulosum* L. (ciboule). — 3. *Allium Schoenoprasum* (ciboulette). — 4. *Allium porrum* L. (poireau) et 5. *Allium ascalonicum* L. (échalote).

D'après la forme et la dimension des grains, l'aspect et la couleur de la surface, la structure des téguments (en coupe tangentielle et en coupe longitudinale), aspect du hile, la distinction de ces espèces se fait assez facilement; on peut signaler que pour le poireau, les cellules épidermiques ont des parois très ondulées en coupe tangentielle; pour l'échalote, elles sont presque carrées; chez les 3 autres espèces, elles sont polygonales; en coupe longitudinale, il y a des différences dans l'épaisseur des parois des cellules épidermiques, dans la forme des épaississements des cellules de l'endosperme et dans les dimensions des cellules.

L'A. n'a pu mettre en évidence des différences entre variétés d'oignons (9 variétés étudiées). L. F.

Orekhova (T. A.) et Lapinskaïa (S. M.). — **Différences morphologiques et anatomiques entre les différentes variétés de choux.** (Morphologische anatomische Unterschiede der Samen von Kohlvarietäten.) *Bull. of app. Botany*, série IV, n° 1, p. 65-75, Léningrad 1936 (résumé en allemand).

Contrairement à Roberts, Allun et Thomas (1933), les auteurs affirment la possibilité de distinguer les variétés suivantes à la graine : *Brassica oleracea* L : 1. Var. *capitata* DC. *alba;* 2. Var. *capitata* DC. *rubra;* 3. Var. *Sabauda* DC. (de Savoie); 4. Var. *botrytis* DC. (chou-fleur); 5. Var. *gemmifera* DC. (de Bruxelles); 6. Var. *acephala* DC.; 7. Var. *caula-rapa* DC.

62 échantillons de provenances diverses ont été analysés; les différences de dimensions, de poids de 1.000 grains, de coloration se sont avérées inutilisables pour la détermination. Par contre, la forme et l'aspect de l'assise épidermique et de la couche sous-jacente, en coupes transversales et tangentielles, ont permis l'établissement d'une clef dichotomique dont voici un court résumé :

1. Graines rondes allongées, à sillons nets autour de la radicule : *capitata rubra*, à cellule épidermique inégale; *capitata alba*, à cellules du sclérenchyme à grande lumière en coupe tangentielle; *caula rapa* et *gemmifera* (différence dans l'épaisseur des parois des cellules épidermiques).

2. Graines plus arrondies, à sillons à peine visibles : *acephala* (épiderme très aplati); pas de sillons : *botrytis* et *sabauda* (différences dans la largeur des cellules du sclérenchyme en coupe transversale). L. F.

Briau (P. W.). — **Variétés de laitues pommées et leur classification.** (Varieties of cabbage lettuce and their classification.) *J. of Pomology and Hort. Science*, vol. XIV, n° 1, p. 26 à 38, 1936.

Après avoir passé en revue et critiqué les anciennes classifications, l'A. en propose une nouvelle basée sur différents caractères tels que : couleur des graines, pigmentation

et intensité de la couleur verte des feuilles, texture de la feuille, durée de végétation avant la montée de la tige florale. Cette nouvelle classification respecte les groupes naturels et tient compte des caractères culturaux des différentes variétés de laitues.

R. F.

GOUDKOV (A. N.). — **Valeur comparée des méthodes chimique et morphologique de distinction entre** *Pisum arvense* L. **et** *Pisum sativum* L. [Vergleichende beurteilung der chemisches und der morphologischen Methode zum erkennen von Samen der Futter Erbse (*P. arvense*) unter denjenigen der Saaterbse (*P. sativum*).] *Bull. of Appl. Bot.*, série IV, n° 1, p. 87-92, Leningrad 1936. (Résumé allemand.)

La méthode morphologique consiste à trier comme étant du *P. arvense* toutes les graines à coloration vive ou foncée; mais cette méthode est longue, demande des techniciens qualifiés et ne présente pas toujours des garanties suffisantes. La méthode chimique introduite par SHEKHAEV, de l'Institut de Kiev, utilise une solution faible de bichromate de potasse, dans laquelle seuls les grains de *P. arvense* se colorent en brun foncé ou noir. La concentration à employer est de 1 p. 100; la réaction dure de 5 à 24 heures, mais pour certaines variétés de *P. arvense* difficiles à imbiber, la coloration n'est totale qu'au bout d'un mois et plus. On accélère la réaction par l'ébullition des graines dans la solution de bichromate et, au bout de 50 minutes, les graines les plus dures, sont colorées.

Cette méthode est rapide et facilite beaucoup le triage, car il n'est plus nécessaire d'examiner les graines une à une.

L. F.

TYDEMAN (H. M.). — **Variations chez le pommier porte-greffe « Paradis ». Étude de quelques caractères de la feuille et de la tige chez 4 races.** (Variation in the « Paradise » apple rootstocks. A Study of some leaf and shoot characters in four races.) *The J. of Pomology and Hort. Science*, vol. XIV, n° 1, p. 19-25, 1936.

Le matériel de cette étude est constitué de la manière suivante : d'une part, les collections de porte-greffes constitués par des pieds d'origine différente, mais semblables au point de vue botanique, et d'autre part, les clônes obtenus à partir d'un individu unique chez les deux races de pommier « Paradis » Malling n° II et Malling n° IX.

Les caractères étudiés sont : la forme de la feuille (longueur × largeur et distance du sommet au point de largeur maximum), la longueur du pédoncule de la feuille, le nombre de dentelures du bord du limbe, la longueur des stipules, la forme du mucron terminal de la feuille et le nombre de lenticelles sur le bois. Les observations sont faites sur des pousses d'un an et sur 10 tiges différentes du même sujet (12 feuiles par tige), les sujets ayant tous le même âge et la même vigueur.

Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a pas de différence appréciable, pour les caractères étudiés, entre les collections groupant les types semblables botaniquement et les clônes, soit pour le n° II, soit pour le n° IX, et que la variation n'est pas plus grande dans un cas que dans l'autre.

Le présent travail n'a pas la prétention de donner une image complète de la variation dans les lignées de porte-greffes étudiés, mais il indique que la sélection à partir d'un individu unique n'a pas diminué la variabilité, ni modifié les caractéristiques étudiées dans chacune des races de porte-greffes.

R. F.

MARLOTH (R. H.). — **Essais colorimétriques pour les espèces de** *Citrus*. (Notes on colorimetric tests for *Citrus* species.) *J. of Pomology and Hort. Science*, vol. XIV, n° 1, p. 1 à 8, 1936.

Se basant sur des travaux antérieurs de HALMA et HAAS, l'A. a tenté une systématique du genre *Citrus* pour les variétés cultivées en Afrique du Sud. Certaines parties de la plante, comme l'écorce du tronc ou des branches principales, donnent seules une réaction caractéristique de la variété et les colorations obtenues sont différentes suivant le réactif utilisé. L'A. étudie ainsi, à l'aide de 4 réactifs, une dizaine de variétés et quelques hybrides.

Il arrive aux conclusions suivantes : 1° il est possible d'identifier exactement une

variété quand elle appartient à un petit groupe connu : 2° si le processus et la cause des réactions colorées étaient déterminées, les méthodes d'identification seraient absolument sûres et d'un emploi plus général. R. F.

COPISAROW (M.). — **Le métabolisme des fruits et des légumes en relation avec leur conservation.** (The metabolism of fruit and vegetables in relation to their preservation.) *J. of Pomology and Hort. Science*, vol. XIV, n° 1, p. 9 à 17.)

Les expériences rapportées dans cet article montrent que :

1° L'acide maléique inhibe les processus de maturation et de germination, autant que l'activité des parasites, chez une variété de pommes et chez une variété de pommes de terre. Cette suppression des fonctions métaboliques est temporaire et ne semble produire aucun dommage. L'acide maléique est plus actif dans une huile éthérique inerte que dans un milieu aqueux ;

2° Des extraits éthériques de pomme ont sur le développement de l'embryon et la respiration une influence inhibitive, semblable à celle de l'acide maléique ;

3° D'autre part, on constate une similitude chimique et physiologique entre l'acide maléique et l'inhibiteur naturel. Au stade maturité, l'inhibiteur est remplacé par l'éthylène considéré comme accélérateur. Cette conception n'explique pas une phase importante du métabolisme des fruits, mais trouve une application directe dans la technique de conservation des fruits et des légumes. R. F.

II. PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

WINKELMANN (A.). — **Pourquoi la carie du blé augmente-t-elle malgré les traitements ?** (Warum tritt der Weinzenstreinbrand trotz Beizung stärker auf ?) *Pflanzenbau*, 12e année, fasc. 4, p. 149-156, octobre 1935.

La carie du blé, qui après guerre avait fortement regressé en Allemagne grâce à la généralisation du traitement des semences avec des produits perfectionnés, paraît être depuis quelques années en voie d'extension. On a incriminé d'abord une mauvaise exécution des traitements ; mais cette raison ne peut être invoquée pour la majorité des exploitations. Les essais de l'A. montrent qu'une infection par le sol est possible (cas des blés cultivés après blés). Cela ne peut expliquer encore que quelques cas de recrudescence de carie. Dans ces essais, le traitement sec ou humide n'a pas protégé suffisamment les plantes de l'infection par le sol.

Les méthodes nouvelles de traitement (à sec, et traitement humide rapide) moins minutieuses peuvent aussi insuffisamment prévenir les risques d'une infection survenant entre le traitement et le semis. Les essais faits sur ce point ont prouvé que, pour les méthodes utilisées, les produits de traitement retenus par les grains ne protègent pas complètement ceux-ci d'une infection secondaire. Celle-ci est surtout forte quand on contamine les grains traités après les avoir fait sécher, et non à l'état humide. Les traitements à sec ou les méthodes humides rapides préservent mieux les semences contre une infection secondaire que les méthodes de traitement par immersion.

L'A. signale que KRAUSE en Autriche a pu observer 25 p. 100 de carie après un traitement au « Germisan », et, en 1930, 50 p. 100 malgré un traitement humide à l'« Upsulun ». KRAUSE attribue ce fait à la grande sensibilité des variétés, sans expliquer toutefois l'inefficacité des traitements.

L'A. se rallierait plutôt à l'opinion de HOLTON en expliquant par l'apparition de formes de carie relativement insensibles aux produits de traitement, la recrudescence de la carie du blé en Allemagne. Cette naissance de formes de carie résistantes aux anticryptogamiques résulterait d'une action sélective des traitements. G. MÉN.

Böning (K.) et Wallner (F.). — **Flétrissement, maladie du pied et autres dégâts sur maïs, causés par** *Colletotrichum graminicolum* (Ces.) Wilson. [Welke, Fusskrankheit und andere Schädigungen an Mais durch *Colletotrichum graminicolum* (Ces.) Wilson.] *Phytopathologische Zeitschrift*, Bd. IX, H. 1, p. 99-110, 1936.

L'A. a observé une maladie sur maïs, non encore signalée en Allemagne, et qui se manifeste par un retard de végétation et un flétrissement des jeunes plantes. L'hypocotylédon, ainsi que le nœud de tallage des jeunes plantes malades montrent une coloration brune, qui peut s'étendre aussi sur les racines.

L'examen microscopique des plantes malades a relevé l'existence, dans ces parties brunies, d'un mycélium que l'A. a pu attribuer à un champignon du genre *Colletotrichum*, *C. graminicolum* (Ces.) Wilson, et dont il donne la description et la systématique.

Des essais d'infection artificielle avec ce champignon sur semence, sur germes et sur sol, ont donné des résultats positifs, avec un maximum de réussite en infectant la semence. G. Rohm.

Bornhovd (L.). — **Contributions sur la biologie de** *Ustilago hypodites* **sur** *Elymus arenarius* **L.** [Beiträge zur Biologie von *Ustilago hypodites* (Schldl.) Fr. auf *Elymus arenarius* L.] *Phytopathologische Zeitschrift*, Bd. IX, H. 1, p. 69-97, 1936.

L'A. observe chez *Elymus arenarius* attaqué par *Ustilago hypodites* un allongement de 10-20 centimètres, par rapport à des plantes saines. Ces observations correspondent avec celles d'autres auteurs, tandis que certains chercheurs ont constaté un rabougrissement des plantes attaquées par *Ustilago hypodites*.

Les plantes malades d'*Elymus arenarius* observées par l'A. montrent un nombre plus grand d'entre-nœuds et de feuilles que les plantes saines. Les feuilles des plantes malades diminuent en grandeur vers le sommet et s'écartent de la tige dans un angle de 45°, pour donner à la plante un port écarquillé. Les spores se forment exclusivement sur la tige de la pousse, qui se transforme sous l'attaque du champignon en une pousse feuillue. Sur les plantes malades, l'A. n'a jamais observé d'inflorescences.

La présence du mycélium d'*Ustilago hypodites* sur les parties souterraines d'*Elymus arenarius* n'a pas été constatée avec certitude, mais l'A. croit qu'il y est vivace. Le mycélium croît au printemps avec les pousses en hauteur, et est inter et intracellulaire. Les hyphes formant les spores, traversent l'épiderme et la cuticule pour former les spores à la surface de la tige. Les spores mesurent de 3 à 5,5 μ.

Des essais d'infection artificielle, avec *Ustilago hypodites*, sur *Elymus arenarius* et de nombreuses autres graminées indiquées dans la littérature comme plantes hôtes, ont été négatifs.

La germination de spores d'*Ustilago hypodites*, en milieu artificiel, demande un *p*H de 6,5 à 7,5 pour une température optimum de 25-29° ; l'A. donne une description détaillée des différentes phases. G. Rohm.

Sattler (F.). — **Sur la biologie de** *Thielavia basicola* Zopf. (Zur Biologie von *Thielavia basicola* Zopf.) *Phytopathologische Zeitschrift*, Bd. IX, H. 1, p. 1-52, 1936.

L'A. part de l'idée de la dépendance des champignons parasites des facteurs environnants et de leur spécialisation en races biologiques.

Les essais sont effectués en pots remplis de terre de jardin stérilisée, ou d'un mélange sable-tourbe + solution nutritive, et infectés avec des cultures pures du champignon de différentes origines. Les plantes essayées furent *Nicotiana tabacum*, *N. rustica*, *Phaseolus vulgaris*, *Lupinus angustifolius* et *luteus*, et *Pisum sativum*. L'A. a examiné l'influence des facteurs extérieurs suivants sur l'infection et la marche de la maladie causée par *Thielavia basicola* : humidité du sol, température, teneur en gaz carbonique de l'air, lumière, nutrition, affaiblissement mécanique, nature du sol.

Il a expérimenté des origines différentes de *Thielavia basicola*, sur leur comportement parasitaire vis-à-vis d'une série d'espèces et sortes de plantes-hôtes, et a pu constater alors une division du champignon en sous-races biologiques. G. Rohm.

JOHNSON (E. M.) and VALLEAU (W. D.). — **Variations culturales de *T. basicola*.** (Cultural variations of *Thielaviopsis basicola*.) *Phytopathology*, V. XXV, p. 1011-1019, november 1935.

Même obtenue à partir d'une seule endoconidie, une culture pure de *Thiclaviopsis basicola* est généralement « instable ». La faculté de produire des endoconidies peut disparaître dans certains secteurs, et cette inaptitude se maintient au cours des repiquages successifs. La variation sectoriale peut porter sur la couleur des endoconidies, sur leur taille. Le pouvoir pathogène pour le tabac demeure cependant constant. J. D.

BREMER (H.). — **Sur la lutte contre le charbon de l'oignon.** (Zur Bekämpfung des Zwiebelbrandes.) *Phytopathologische Zeitschrift*, Bd. IX, H. 1, p. 53-67, 1936.

L'A, convaincu de la nécessité du traitement contre le charbon de l'oignon, dans des terrains fortement infectés, recherche un moyen pratique de traitement à sec en remplacement du traitement humide au formol des Américains, exigeant un semoir spécial permettant la désinfection avec une solution formolée, des rigoles de semis.

Différents produits de traitement à sec n'ont pas donné de résultats. Un seul produit appelé « préparation B », de composition chimique inconnue, s'est montré efficace, sans nuire à la faculté germinative. Ce produit s'emploie simplement, en le mélangeant dans la proportion de 1 : 2 avec la semence d'oignon légèrement humectée; ce mélange est ainsi semé sans difficulté. Ce procédé a donné des récoltes normales dans des terres fortement infectées. D'autres essais restent à faire avant de lancer le procédé dans la grande pratique. G. ROHM.

LE CLERG (E. L.). — **Les facteurs qui influent sur l'erreur expérimentale dans des essais en pots et en serre, avec des betteraves à sucre.** (*Factors affecting experimental error in greenhouse pot tests with sugar beets.*) *Phytopathology*, v. XXV, p. 1019-1025, november 1935.

De la terre inoculée par *Rhizoctonia solani* (isolé de betterave à sucre) a été répartie en serre :

1° Entre 400 pots alignés en 40 rangées de 10 colonnes;

2° Entre 432 pots alignés en 36 rangées de 12 colonnes.

Dans chaque expérience, c'était la rangée de droite et la colonne du fond qui était située au voisinage immédiat des tuyaux de chauffage dans la serre. L'auteur se propose, par une « analyse de la variance », de faire connaître si, oui ou non, cette inégalité de distribution supérieure d'un côté du chauffage entraîne une inégalité dans la germination des glomérules et la susceptibilité des plantules dans les 400 ou 432 pots en expérience.

Les deux expériences peuvent être considérées comme des épreuves « d'homogénéité » des conditions de milieu réalisables en serre. Dans la première expérience, les pots exposés le plus directement au rayonnement calorifique et jouissant d'une température moyenne de 89° ont montré moins de plantules détruites par *Rhizoctonia* que les pots les moins chauffés (81°).

SOURCE DE VARIATION.	SOMME DES CARRÉS.	DEGRÉS DE LIBERTÉ.	VARIANCE	α
Entre colonnes	4.591 70	9	510 18	0.5146
Au sein des colonnes	71.116 05	390	182.35	
TOTAL	75.707 75	399		
Entre rangées	8.281 15	39	212 34	0.0626
Au sein des rangées	67.426 60	360	187 30	
TOTAL	75.707 75	399		

Dans la seconde expérience où la chaleur était plus également répartie grâce à des écrans, les pots les plus voisins du chauffage (température moyenne, 69° 1) n'ont pas manifesté de différence significative avec les pots les plus éloignés (73).

La première expérience peut maintenant être interprétée dans l'hypothèse où 40 races de champignon pathogène sont représentées chacune dans 10 pots distribués *au hasard* dans la bâche chauffée, sous cette condition que chaque race ne figure qu'une fois dans chaque groupe de 4 rangées et une fois dans chaque colonne.

Le tableau 4 donne le résultat analytique d'une telle expérience hypothétique. Le pourcentage de distribution de glomérules par maladie étant sensiblement le même dans l'ensemble des 400 pots, la variance mise en évidence par le tableau 1 doit être imputée aux différences de condition existant entre les divers emplacements des pots : l'élimination de la variance imputable à l'emplacement fait disparaître la signification des différences hypothétiques entre races de champignons.

Analyse de la variance entre les 400 pots supposés distribués selon la méthode des « latin-squares ».

SOURCE DE VARIATION.	SOMME DES CARRÉS	DEGRÉS DE LIBERTÉ.	VARIANCE	α
Rangées	1.256 20	9	»	»
Colonnes	4.591 70	9	»	»
Races	9.536 15	39	244 52	0 1632
Erreur	60.323 70	342	176 38	»
Total	75.707 75	399	»	

J. D.

Dykstra (T. P.). — **Un virus dans les pommes de terre américaines d'apparence saine.** (A top-necrosis virus found in some apparently « healthy » potatoes.) *Phytopathology*, v. XXV, p. 1115-1116, december 1935.

Les pommes de terre commerciales des États-Unis sont toujours infectées par le virus X, même lorsqu'elles ne montrent aucun symptôme morbide. En outre, diverses variétés américaines sont infectées sans montrer de symptômes par le virus B (identifié par Bawden à Cambridge). Ce virus ne produit de symptômes morbides ni sur le tabac, ni sur le datura, ni sur la plupart des pommes de terre américaines. Par contre, son inoculation par greffe de ces pommes de terre américaines sur des pommes de terre européennes telles que Président Arran Victory, Epicure, provoque une « nécrose du sommet ».

J. D.

Stone (W. E.). — **Croissance, composition chimique et rendement des pommes de terre normales affectées de mosaïque.** (Growth, chemical composition and efficiency of normal and mosaïc potato plants in the field.) *Journ. agric. Res.*, vol. 52, p. 295-309, 1936.

Dans la plante normale, une région de rapide croissance s'observe toujours au niveau des dernières feuilles formées. Dans la plante affectée de mosaïque, la croissance est diffuse et désordonnée.

Les plants mesurant environ 10 centimètres à la fin de juillet ont crû en hauteur de 650 % dans le cas des plantes saines, de 148 % dans le cas de mosaïques.

Les feuilles, tiges et tubercules des plantes affectées de mosaïque sont plus riches en cendres et en carbone sous forme de cellulose, lignine, plus pauvres en sucres et amidon que les mêmes organes des plantes saines.

Par 100 centimètres carrés de surface foliaire, les plantes normales produisent journellement 40 milligrammes d'amidon et 100 milligrammes de sucre, les plantes mosaïquées 20.

Pour chaque gramme de poids sec de feuilles, les plantes normales emmagasinent dans leurs tubercules 1 gr. 54 d'amidon, les plantes mosaïquées seulement 50 à 60.

J. D.

PRICE (W. C.). — **Rapports entre la concentration du virus et l'immunité acquise dans le « ring-spot » du tabac.** (Virus concentration in relation to acquired immunity from tobacco ring spot.) *Phytopathology*, v. XXVI, 503-520, june 1936.

Lorsqu'on frotte la surface d'une feuille de *N. tabacum* avec une mousseline imbibée de suc exprimé d'une plante infectée par le virus du « ring-spot », on provoque, vers le 3e ou 4e jour, l'apparition de lésions locales, sous forme d'anneaux chlorotiques. Vers le 8e jour, des symptômes se manifestent sur les feuilles voisines de la feuille inoculée. Enfin, vers le 15e jour, les bourgeons forment de nouvelles feuilles qui montrent des symptômes vers leur sommet, et qui paraissent saines vers leur base; les nouvelles feuilles qui se forment ensuite ne montrent aucun symptôme; la plante est dite « guérie ».

PRICE démontre statistiquement : que la concentration en virus dans une feuille est fonction du nombre de lésions visibles sur cette feuille; que les tissus de feuilles de plantes guéries, quoique ne montrant plus de symptômes, contiennent encore du virus, mais seulement un cinquième de ce que contiennent les feuilles montrant des lésions; que la réinoculation de virus dans les feuilles de plantes guéries n'augmentent pas la concentration du virus.

Il interprète ces résultats comme les manifestations d'immunité acquise. J. D.

HOGGAN (A.) et JOHNSON (J.). — **Comportement du virus n° 1 de la « mosaïque banale » du tabac, dans les sols.** (Behavior of the ordinary tobacco mosaïc virus in the soil.) *Journ. Agric. Res.*, v. 52, p. 271-294, 1936.

A la différence de divers virus, qui sont transmis par des pucerons, le virus n° 1 de la mosaïque du tabac (ou virus de la mosaïque banale du tabac) est transmis : 1° directement, par les mains des planteurs qui ont manipulé des tabacs infestés par le virus n° 1 ou du tabac à fumer, à priser ou à chiquer, fabriqué avec les feuilles de tabacs infestés par ce virus; 2° par l'intermédiaire du sol.

Des tabacs, plantés au printemps sur un sol infesté l'année précédente par enfouissement de tabacs, dont la plupart étaient infectés par le virus n° 1, montreront pour la plupart au cours de l'été les symptômes de la mosaïque. Au contraire, des tabacs plantés sur sol exempt de virus ou peu contaminé ont bien plus de chances de demeurer sains.

Les tabacs qui, au début de l'été, montrent les premiers des symptômes de mosaïque sont vraisemblablement ceux dont les racines ont végété dans une partie du sol contaminée par le virus apporté par les débris de plantes de la récolte précédente. Le virus présent dans les feuilles, tiges, racines des tabacs affectés de mosaïque :

1° Se conserve virulent dans les débris de ces organes enfouis dans un sol humide, pendant plus de 20 semaines aux basses températures (2-3°);

2° Diffuse de ces débris d'organes jusque dans le sol voisin.

Dans des sols de 10 à 25 p. 100 d'humidité, le virus ne perd presque pas son activité pendant 10 semaines, et il reste encore actif au bout de 17 semaines. Au contraire, la dessiccation et l'oxygénation telle que la provoque le contact de l'air, inactivent le virus en quelques heures. Même dans les sols humides, il faut envisager, au cours de l'hiver, la diminution de concentration du virus et la diminution de la virulence.

La diminution de la concentration résulte de la destruction ou de l'inactivation d'un certain nombre des particules de virus existant au début de l'hiver dans le sol. La diminution de virulence résulte de l'« atténuation » de la virulence des particules de virus qui subsistent à l'état actif.

La concentration du virus actif se mesure, par le nombre de « lésions locales » que fait apparaître, sur *Nicotiana glutinosa*, l'inoculation d'un volume déterminé de suspen-

sion d'un poids déterminé du sol contaminé. La virulence se mesure par la gravité des symptômes qui se manifestent sur l'ensemble d'un *N. tabacum* inoculé.

Conclusions. — Le virus n° 1 de la mosaïque du tabac, incorporé à un sol par enfouissement des plantes infectées, peut y persister pendant un an et plus ; cependant la plupart des particules de ce virus sont « inactivées » au bout de quelques semaines, et de celles qui survivent, beaucoup sont « atténuées ».

Mais avec la forte infestation automnale qu'assure l'enfouissement de tabacs affectés de mosaïque (surtout lorsque les souches ont pu, après la récolte former de nouvelles pousses qui, elles, sont très généralement mosaïquées), il suffit de la conservation à l'état actif de moins de 1 p. 100 de virus enfoui à l'automne pour assurer un pourcentage appréciable d'infection dans les tabacs plantés l'année suivante sur sol infecté.

J. D.

III. ZOOLOGIE AGRICOLE.

Glasgow (H.). — **Produits de remplacement de l'arséniate de plomb dans la lutte contre la mouche des cerises.** (Substitutes for lead arsenate in Cherry fruit Fly control.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 205-207, 1935.

L'A. a expérimenté différents insecticides dans la lutte contre la mouche des cerises, en particulier : l'arséniate de chaux, les fluosilicates (cryolithe principalement), certains composés de nicotine comme le sulfate associé à la bentonite et la poudre de derris. Le fluosilicate de baryum et surtout la cryolithe ont donné d'excellents résultats tandis que le mélange de bentonite et de nicotine n'a donné que des résultats incomplets. La poudre de derris à 4 p. 100 de roténone employée à la dose de 2 pounds pour 100 gallons d'eau (environ 350 grammes pour 100 litres) a permis de réduire à 1 p. 100 en 1934 le taux des cerises véreuses qui était de 30 p. 100 en 1933. Trois applications ont été faites, la première 10 jours environ à partir de la chute des pétales. A. P.

Frost (S. W.). — **Note sur les pulvérisations d'insecticides de contact des pêchers pendant l'été.** (Notes on summer contact spray for Peach.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 196-197, 1935.

Différents produits ont été expérimentés par l'A. qui a déterminé les marges de sécurité pour leur emploi dans le traitement d'été des pêchers ; c'est ainsi que des émulsions d'huile à 2 p. 100 sont inoffensives pour la plante. Ces émulsions sont très actives contre les tétranycques et nettement supérieures à la nicotine employée sous forme de sulfate. Les mêmes émulsions employées avec bentonite et arséniate de plomb n'ont pas donné de bons résultats contre la tordeuse orientale du pêcher (*Cydia molesta*). A. P.

Frost (S. W.). — **Appâts pour papillon de la tordeuse orientale du pêcher.** (Notes on baits for Oriental fruit Moth). *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 366-369, 1935.

L'A. a expérimenté le pouvoir attractif d'un grand nombre d'essences pour les papillons de la tordeuse orientale du pêcher (*Cydia molesta*). Parmi les plus efficaces, il cite : le linalol, le safrol, l'acétate de propyle, l'acétate d'amyle, l'anthol, l'acétate de terpinyle et le furfurol. Le safrol est le produit qui donne les meilleurs résultats ; il est simplement ajouté à un sirop dilué à 1 p. 20. A. P.

Parrott (P. J.) et Collins (D. L.). — **Nouvelles observations sur l'influence de la lumière artificielle sur les invasions de carpocapse.** (Some further observations on the influence of artificial light upon Codling Moth infestations.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 99-103, 1935.

Les auteurs ont expérimenté en 1933 et 1934 l'action des pièges lumineux, comparativement à celle des traitements chimiques, et l'action combinée du piégeage et des trai-

tements chimiques. Les pièges étaient constitués par des lampes électriques de 75 watts disposées aussi haut que possible dans les arbres; ils ont constaté que l'action des pièges seuls se traduit par une sensible réduction du nombre des papillons et des dégâts occasionnés par les larves. C'est ainsi que la proportion des fruits sains, dans les arbres-témoins, n'était que de 3,80 p. 100, alors qu'elle s'élevait à 32,80 p. 100 dans les arbres munis de lampes. L'action combinée du piégeage et des traitements chimiques se manifeste par une très sensible réduction des dégâts comparativement à celle des traitements chimiques seuls. A. P.

Collins (D. L.) et Machado (W.). — **Considérations sur le phototropisme des papillons de carpocapse en rapport avec la physiologie des yeux composés.** (Comments upon phototropism in the Codling Moth with reference to the physiology of the compound eyes.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 103-106, 1935.

La migration du pigment de l'iris sous l'influence des radiations lumineuses constitue un critère important du phototropisme de l'insecte. De leurs études, les auteurs ont tiré les conclusions suivantes : 1° de deux sources lumineuses ayant le même spectre continu, la plus brillante provoque la migration la plus rapide du pigment et est la plus attractive; 2° de deux sources lumineuses à spectre différent, celle dont le spectre comprend des bandes ayant une action très marquée sur le pigment est également celle qui attire le plus les papillons, même si l'intensité visuelle et l'énergie relative sont moindres. Les bandes qui agissent le plus énergiquement sur le pigment sont situées dans le voisinage de l'ultraviolet, du violet et du bleu. A. P.

Cutright (C. R.) et Morrison (H. E.). — **Sensibilité relative des variétés à l'attaque du carpocapse.** (Varietal susceptibility to Codling Moth injury.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 107-109, 1935.

Les constatations et expériences faites par les auteurs ont abouti à la conclusion que les différentes variétés de pommiers ne sont pas également sensibles à l'attaque du carpocapse. La proportion des fruits véreux à la suite de traitements divers varie considérablement d'une espèce à l'autre ainsi qu'on peut le constater d'après les chiffres des tables mentionnées dans le travail des auteurs. Il y aurait un très grand intérêt, pour la pratique, à obtenir des variétés possédant le maximum de résistance aux attaques du carpocapse. A. P.

Harman (S. W.), Reed (T. W.) et Mack (G. L.). — **Pouvoir insecticide de différents composés de la nicotine dans le contrôle du carpocapse en 1934.** (The insecticidal efficiency of various nicotine compounds for control of the Codling Moth, 1934.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 109-112, 1935.

Les expériences des auteurs ont montré que la nicotine employée sous différentes formes, en particulier sous la forme de sulfate de nicotine, et associée à la « bentonite » ou à l'huile par exemple, donne d'excellents résultats contre le carpocapse, à condition toutefois que les pulvérisations soient assez rapprochées les unes des autres. Les traitements à la nicotine sont indiqués surtout contre la deuxième génération. A. P.

Driggers (B. F.). — **Nouvelles expériences de contrôle du carpocapse avec composés nicotinés.** (Further experiments with fixed nicotine compounds in Codling Moth control.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 162-171, 1935.

Des expériences faites par l'A., il résulte que les pulvérisations de pommiers avec tannate et sulfate de nicotine associés au mélange de soufre et de bentonite, donnent des résultats comparables à ceux que donne l'arséniate de plomb associé à l'huile contre le carpocapse. La dose de sulfate de nicotine utilisée est de 1/2 pints pour 6 pounds de soufre-bentonite et 100 gallons d'eau, soit : 63 grammes environ de sulfate de nicotine pour 700 grammes de soufre-bentonite et 100 litres d'eau. Les analyses de fruits et feuilles

avant et après les applications successives de bouillie nicotinée ont montré que les arbres où le taux de nicotine est le plus élevé sont également ceux où l'action contre le carpocapse a été le plus efficace. Les dommages occasionnés aux feuilles par les bouillies nicotinées peuvent être considérés comme nuls ; les bouillies à l'arséniate sont toujours plus nocives. A. P.

Stearns (L. A.). — **Le contrôle du carpocapse en Delaware.** (Comments concerning Codling Moth control in Delaware.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 176-182, 1935.

Les observations biologiques faites en Delaware pendant les années 1930 à 1934 ont montré que les papillons de Carpocapse apparaissent au plus tôt fin avril ; le maximum de vol a lieu vers le 20 mai ; les dernières éclosions, vers le milieu de juin. Le calendrier des traitements est fixé de la manière suivante : traitement post-floral (« calyx spray ») à la chute des pétales ; 6 traitements de couverture (« cover spray ») dont 3 en mai ; 1, vers le milieu de juin ; 2 en juillet et 1 au début du mois d'août. En dehors de ces traitements, on recommande l'emploi de bandes-pièges. L'arséniate de plomb est le meilleur insecticide à conseiller. A. P.

Hodgkiss (H. E.). — **La situation du carpocapse en Pensylvanie.** (The Codling Moth situation in Pennsylvania.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 609-612, 1935.

Deux programmes de traitements sont conseillés en Pensylvanie : l'un, dans les régions les plus infestées par le carpocapse ; l'autre, dans les régions moins infestées. Dans ces dernières, quatre pulvérisations dites de couverture (cover spray) sont recommandées en dehors de la pulvérisation effectuée à la chute des pétales (« calyx spray »). Dans les autres régions, on recommande d'effectuer 5 à 6 pulvérisations de couverture ; la date d'application est fixée d'après les éclosions de papillons. En dehors de ces pulvérisations, il est conseillé de racler les vieilles écorces et de munir le tronc des arbres de bandes-pièges.

Les dates pour l'application des traitements ne sont pas toujours celles indiquées par les observations biologiques du carpocapse ; il faut tenir compte aussi des indications données par les observations de pathologie végétale. La dose d'arséniate de plomb utilisée pour les traitements dits de couverture est de 340 grammes environ pour 100 litres. On ajoute à la bouillie arsenicale de la nicotine pour le premier et le troisième traitement. Comme fongicide, on emploie ordinairement la bouillie sulfo-calcique.

Les résultats constatés dans la pratique sont des plus encourageants ; la moyenne des pertes occasionnées par le carpocapse a été de 10,5 p. 100 en 1934. A. P.

Parks (T. H.). — **État actuel de la question du contrôle du carpocapse dans l'Ohio.** (Present status of Codling Moth control in Ohio.) *J. Econ. Entom.*, vol. 28, p. 612-613, 1935.

En général avec un traitement effectué à la chute des pétales et trois traitements dits de couverture effectués 3, 5 et 9 semaines après la chute des pétales, les résultats contre le carpocapse sont considérés comme suffisants. L'arséniate de plomb est utilisé à la dose de 340 grammes environ par hectolitre de bouillie sulfocalcique diluée additionnée de chaux. A. P.

Boyce (A. M.). — **Le carpocapse dans les noyers persans.** (The Codling Moth in persian walnuts.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 864-873, 1935.

Toutes les variétés de noyer persan paraissent moins résistantes à l'attaque de carpocapse que les variétés Eureka et Franquette.

Dans la plupart des régions de Californie, les papillons commencent à voler à partir du milieu d'avril et continuent jusqu'en juin. Les premiers œufs sont déposés sur les pousses vertes et les feuilles ; plus tard, ils sont déposés sur les jeunes noix lorsque celles-ci ont perdu leur pubescence. Les premières chenilles pénètrent à l'intérieur des fruits par le calice et provoquent leur chute prématurée. Par la suite, elles choisissent

comme lieu de pénétration, le point de contact de deux noix voisines. Il existe une deuxième génération et même une troisième génération partielle. L'A. a montré expérimentalement que 50 p. 100 des larves néonates placées sur des arbres n'ayant subi aucun traitement pénétraient à l'intérieur des fruits et 25 p. 100 seulement si la lumière du jour est maximum pour un degré normal de température et d'humidité, ce qui représente un certain degré de résistance de l'hôte à l'infection. Une durée de 2 à 7 jours ou plus est nécessaire à la chenille pour creuser sa galerie de pénétration alors qu'elle est seulement de 30 minutes à 24 heures dans le cas des pommes. Les observations de Smith ont montré que, certains jours, 50 p. 100 de chenilles étaient observées hors de leur galerie de pénétration au début de la matinée, 23 p. 100 au début de l'après-midi et 50 p. 100 à la fin de l'après-midi. Il semble, d'après cet auteur, que la sortie des galeries est conditionnée par le degré hygrométrique de l'air ambiant.

L'A. conseille un seul traitement avec bouillie arsénicale lorsque les noix ont atteint la moitié ou les trois quarts de leur grosseur. Pour augmenter l'adhésivité de l'arséniate de plomb, il recommande d'ajouter de l'huile émulsionnable. L'arséniate de plomb basique doit être employé de préférence à l'arséniate acide afin d'éviter les brûlures.

Les essais comparatifs avec fluosilicate de baryum, cryolithe naturelle ou artificielle et arséniate de plomb basique ont été nettement en faveur de ce dernier produit. Les poudrages avec mélange d'arséniate de plomb et de chaux (30 p. 100) donnent de moins bons résultats que les pulvérisations pour une même quantité d'arséniate répandue par arbre. Il est avantageux d'ajouter de la nicotine et de la caséine à la bouillie.

Pour pulvériser les noyers dans de bonnes conditions, il est nécessaire d'utiliser des plate-formes pouvant s'élever de 3 à 9 mètres. L'emploi de tours télescopiques fonctionnant sous pression hydraulique a donné d'excellents résultats. La dépense de bouillie par arbre est en moyenne de 190 litres. Dans les conditions les plus favorables, une pompe pulvérisant sous une pression de 35 à 40 kilogrammes peut débiter 16.000 à 18.000 gallons par jour, soit : 600 à 700 hectolitres.

En supplément de la pulvérisation ou du poudrage, l'A. recommande l'emploi de bande-pièges qui sont visitées à intervalles réguliers pour la destruction des larves. D'après les résultats du piégeage effectué pendant 8 années consécutives dans de grandes plantations de 20 à 100 acres (8 à 40 hectares) ou plus, lorsque l'infestation est maintenue à un faible degré par les traitements arsénicaux, l'A. a constaté qu'il suffisait de traiter de petites aires au cours des années suivantes. Stanton a montré que sur une plantation de 100 acres, en appliquant ce système dit « Spot treatment », la plantation entière était traitée deux années seulement sur une période de 6 ans. Pendant trois années consécutives, une moyenne de 21 acres était traitée chaque année ce qui suffisait à maintenir le degré d'infestation à un niveau très bas. A. P.

Persing (C. O.). — **Étude de mélanges d'huiles différentes avec bouillies à base d'arséniate de plomb, de cryolithe et fluosilicate de baryum.** (A discussion of various oils in spray combinations with lead arsenate, cryolite and barium fluosilicate.) *J. Econ. Entom.*, vol. 28, p. 933-940 1935.

D'après l'A., les huiles de poisson et les huiles végétales sont celles qui donnent les meilleurs résultats. Le pouvoir mouillant d'une huile est vraisemblablement le plus important facteur de son activité et de l'adhésivité de l'arséniate lorsqu'elle est associée à celui-ci. A la suite d'expériences faites avec chenilles néonates de carpocapse, l'A. a conclu qu'une huile minérale renfermant 1 à 10 p. 100 d'acide oléique augmentait sensiblement l'adhésivité de l'arséniate de plomb et par suite, sa durée d'action sur les parasites.

Marshal, Eide et Priest ont observé que l'emploi de caséinate d'ammonium ou d'oléate de triéthanolamine comme émulsifiants donnait des résultats essentiellement différents suivant le produit utilisé : deux types différents de floculation de l'arséniate sont observés, ce qui s'explique par l'insolubilité du caséinate dans l'huile et la solubilité de l'oléate; le premier ne modifie pas les propriétés physiques de l'huile alors que l'autre augmente son pouvoir mouillant. Lorsqu'on pulvérise l'émulsion obtenue avec l'oléate de triéthanolamine, l'huile qui est fixée sur les particules d'arséniate favorise son adhérence au support.

L'A. a étudié le « preferential wetting » (l'affinité du pouvoir mouillant) de l'eau et d'huiles minérales, animales et végétales avec ou sans émulsifiant pour différents composés fluorés. Ce « preferential wetting » s'exerce différemment suivant les types d'huile et les sels fluorés : ainsi la cryolithe naturelle est mouillée plutôt par l'huile de poisson que par l'eau alors que la cryolithe synthétique et le fluosilitace de baryum sont mouillés de préférence par l'eau. L'A. recommande de mélanger cryolithe ou fluosilicate de baryum avec l'huile avant de l'incorporer à l'eau du réservoir de la pompe.

A. P.

Eyer (J. B.). — **Nouvelles observations sur le pouvoir attractif des éthers de la série de l'acétate d'éthyle sur le carpocapse.** (Further observations on the attractiveness of esters of the ethyl acetate series to the Codling Moth.) *J. Econ. Entom.*, vol. 28, p. 940-942, 1935.

L'A. étudiant le pouvoir attractif de sirop de sucre de canne et de sirop de maltose en fermentation pour les papillons de carpocapse a montré que celui-ci était particulièrement élevé pendant la période de formation de l'alcool et des gaz. L'acide acétique a un pouvoir répulsif à haute concentration. On peut prolonger la durée d'action des pièges en additionnant les liquides en fermentation de benzoate de soude qui retarde la fermentation.

La fermentation continue pour un *p*H du milieu de 4,5 à 5. La formation d'alcool et d'acide est suivie de celle d'éthers nombreux. Environ 80 éthers différents prennent naissance dont deux seulement ont un pouvoir attractif particulièrement élevé pour le carpocapse : l'éthyl-oxy-hydrate (éther de rhum) et l'iso-butyle-phényle-acétaté.

A. P.

Borden (A. D.). — **Étude en Californie du contrôle de carpocapse et des résidus de pulvérisation.** (Codling Moth and spray residue studies in California.) *J. Econ. Entom.*, vol. 28, p. 951-956, 1935.

Le problème des traitements contre le carpocapse varie suivant les régions. Dans certaines d'entre elles, une seule pulvérisation suffit ; dans d'autres, deux ou trois sont nécessaires ; dans d'autres enfin, il en faut quatre à six. L'arséniate de plomb est supérieur à tous les autres insecticides pour les deux premières pulvérisations. L'emploi de produits mouillants (albumine du sang en poudre par exemple), augmente l'efficacité de la bouillie. L'auteur recommande l'addition d'huile seulement lorsqu'il y a lieu de détruire d'autres parasites que le carpocapse, les tétranyques par exemple. De bons résultats ont été obtenus contre la deuxième génération en utilisant une émulsion d'huile additionnée de nicotine.

L'A. a mesuré la quantité d'arsenic qui reste sur les feuilles et les fruits après les différentes pulvérisations ; il a constaté, entre autre, que la quantité maximum d'arsenic déposée à la suite de la première pulvérisation (« calyx spray ») dépassait de beaucoup, par unité de surface, celle déposée après les autres pulvérisations. Il a mesuré également la diminution quotidienne du pourcentage d'arsenic résultant du grossissement du fruit ; cette perte est considérable pendant les jours qui suivent le premier traitement ; elle est beaucoup plus faible par la suite.

A. P.

Webster (R. L.). — **Le carpocapse et le temps.** (Codling Moth and the Weather.) *J. Econ. Entom.*, vol. 28, p. 956-960, 1935.

Parmi les facteurs qui influent sur la multiplication du carpocapse dans une région déterminée, il faut citer en premier lieu l'infestation initiale qui dépend, pour la plus grande partie, du nombre des papillons qui éclosent au printemps. On admet généralement que l'étendue des dommages occasionnés par le carpocapse dépend principalement de l'intensité de l'attaque de première génération ; or l'intensité de cette attaque est elle-même fonction de l'efficacité des traitements de printemps.

Les conditions atmosphériques qui caractérisent le mois de mai et plus particulièrement la température, influent considérablement sur le nombre des vers de première

génération. Suivant Newcomer et Whitcomb, la femelle ne dépose ses œufs que si la température est égale ou supérieure à 60° Far. (15 à 16° C). La température élevée du mois d'août favorise l'évolution de la deuxième génération.

D'après Newcomer et Whitcomb, une température hivernale de — 25° F. (environ — 31° C) tue toutes les chenilles de carpocapse; entre — 20 et — 25° F (— 28 — 31° C), 80 à 90 p. 100 de chenilles sont tuées; entre — 15 et — 20° F (— 26 — 28° C), 70 à 80 p. 100; entre — 7 — 8° F. (— 21 — 22° C) 4 p. 100 seulement. A. P.

Jones (L. S.). — **Observations sur l'habitat et le cycle évolutif d'*Anarsia lineatella* en Californie.** (Observations of the Habits and seasonal life history of *Anarsia lineatella* in California.) *J. Econ. Entom.*, vol. 28, p. 1002-1011, 1935.

L'A. donne une description sommaire des principaux stades d'évolution de l'insecte et des dommages qu'il cause. Au point de vue biologique, il a constaté l'existence de quatre générations et même d'une cinquième partielle dans la vallée « Sacramento ». L'Anarsia hiverne à l'état de chenille néonate dans une petite niche creusée dans l'écorce, en général à l'intersection de deux branches de un et deux ans. L'ouverture de la niche d'hibernation est marquée par un amas de sciure de couleur brunâtre agglomérée par une sécrétion soyeuse. La sortie des quartiers d'hivernage a été observée à partir du 20 février en 1932 et du 16 mars en 1933; la sortie des chenilles se poursuit pendant plusieurs semaines. La chenille se nourrit de bourgeons à bois ou à fleur et de fruit. La chrysalidation a lieu généralement dans les parties inférieures de l'arbre où la chenille trouve plus facilement un abri dans les rugosités de l'écorce. Beaucoup de chenilles chrysalident près du pédoncule du fruit.

Les œufs sont déposés isolément en majorité sur les fruits lorsque ceux-ci existent sur l'arbre; en leur absence, ils sont placés sur les pousses ou à l'intersection des branches, c'est-à-dire sur les lieux même où la jeune chenille passera l'hiver. La durée d'incubation varie suivant l'époque où a lieu la ponte : en avril, elle varie de 13 à 18 jours.

Les larves des générations d'été vivent surtout dans les fruits; plusieurs d'entre elles peuvent s'attaquer à un même fruit mais il est rare qu'une même chenille s'attaque à plusieurs fruits. La pénétration dans le fruit a lieu généralement dans le voisinage du pédoncule.

Les dernières chenilles éclosent en septembre-octobre et se retirent peu après dans la niche qu'elles se confectionnent pour passer l'hiver. Dix espèces d'Hyménoptères parasites ont été isolées en 1933 dans la vallée de « Sacremento »; neuf sortent des chrysalides dont 4 Ichneumonides : *Ephialtes sanguinipes* Cress.; *Itoplectis obesus* Cush.; *Aenoplex phryganidiae* Ashm.; *Dicaelotus pacificus* Ashm.; deux Pteromalides : *Dibrachys boucheanus* Ratz. et *Pseudomicromelus deplanatus* Nees.; deux Eupelmides : *Tineobius californicus* Ashm. et *Hupelmus* sp. (voisin de *brevicauda* Crawf.); un Chalcidide : *Spilochalcis torvina* Cress.; un Eulophide : *Secodella cushmani* Crawf. parasite les larves immatures. A. P.

Jones (L. S.). — **Notes sur le contrôle d'*Anarsia lineatella* en Californie.** (Notes on the control of *Anarsia lineatella* in California.) *J. Econom. Entom.*, vol. 29, p. 156-160, 1936.

Les expériences ont été faites avec les bouillies suivantes : 1° bouillie sulfocalcique pulvérisée à partir du moment où les boutons à fleur se teintent de rose jusqu'au début de la floraison; 2° bouillie sulfocalcique additionnée d'arséniate de plomb basique pulvérisée à la même époque; 3° bouillie à base d'arséniate de plomb basique additionnée d'une faible quantité de bouillie sulfocalcique pulvérisée après défloraison; 4° arséniate de plomb basique employé en pulvérisation ou poudrage contre les chenilles de la première génération d'été, c'est-à-dire en mai-juin.

Le traitement arsenical contre les larves de la génération d'hiver est le plus efficace. Le traitement arsenical contre les larves des générations d'été est moins efficace; le plus recommandable de tous est celui de juin. La bouillie sulfocalcique seule est peu efficace.

A. P.

CARTER (W.). — **Émulsions d'huiles lourdes pour moteur Diesel utilisées comme insecticides.** (Diesel oil emulsions as insecticides.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 268-284, 1935.

Différents types d'huile pour Diesel ont été expérimentés contre une Cochenille de l'Ananas (*Pseudococcus brevipes* CLK.) ; ces huiles ont été émulsionnées d'abord dans l'eau en présence de la bentonite suivant les formules 10-10-10 et 10-15-10 (10 gal. d'huile, 10 pds de bentonite et 10 gal. d'eau ; 10 gal. d'huile, 15 pds de bentonite et 10 gal. d'eau, soit 12 et 18 kilogrammes de bentonite pour 100 litres d'huile et 100 litres d'eau). L'émulsion mère est diluée ensuite dans l'eau au moment de l'emploi. L'homogénéité et la stabilité de l'émulsion concentrée peuvent être augmentées par addition de certains sels ou d'albumine du sang. L'action insecticide de l'émulsion dépend du type de bentonite employée, de la méthode d'émulsification et, principalement, de ce que l'A. désigne sous le nom de « dispersal » et dont il donne la définition suivante : volume occupé par les particules chargées d'huile après que l'émulsion est au repos ; le « dispersal-ratio » est le rapport entre ce volume et le volume original de l'émulsion-mère employée. Le sulfate de fer, le sulfate de zinc, le sulfate de cuivre augmentent très sensiblement le « dispersal-ratio ». L'action nocive sur la plante est très fortement atténuée par augmentation de la proportion de bentonite et de la concentration des sels.

A. P.

WHITE (G. F.) et NOBLE (L. W.). — **Sur une septicémie du « Ver rose » du coton.** (Notes on Pink Bollworm septicemia.) *J. Econ. Entom.*, vol. 29, p. 122-124, 1936.

Cette nouvelle maladie a été observée par les AA. parmi des « Vers roses » provenant d'envois faits au laboratoire de la « Division of Cotton Insect Investigations » de Presidio, Tex. Trois espèces de bactéries ont été isolées dont deux bacilles et un streptocoque. Un des bacilles seulement peut être considéré comme pathogène pour les chenilles du « Ver rose » (*Pectinophora gossypiella* SAUND.). Cette espèce, que les AA. ont désignée sous le nom de *Bacillus pectinophorae*, cause après 24 heures la mort des chenilles inoculées dans la cavité générale. Les éléments bactériens sont très mobiles et ne forment pas de spores.

A. P.

SCHEFFER (Theo H.). — **Rongeurs et Taupes attaquant les plantes bulbeuses.** (Rodents and moles as pests in bulb plantings.) *United States Department of Agriculture*, circular n° 381, February 1936.

Les cultures de plantes bulbeuses se sont beaucoup développées dans les États de la Côte du Pacifique ; avec leur extension, les dégâts de certains petits Mammifères sont devenus très graves : *Microtus*, *Rattus*, *Lepus*, *Sylvilagus* et, plus généralement répandu, le « Pocket gopher » (*Thomomys*).

La lutte comprend : choix d'une localité peu favorable aux nuisibles ; piégeage préventif commencé au moins un an avant ; emploi continu des moyens de destruction.

On peut isoler les terrains de plantation en les entourant d'une légère muraille de béton, construite dans la tranchée même et ayant 4 centimètres d'épaisseur sur 1 mètre de profondeur.

Contre la Taupe : piégeage ; contre Souris et Rats : grain empoisonné mis en permanence dans des abris à grain. Mettre peu de grain à la fois, le renouveler fréquemment.

A. C.

KARKADINOUSKY (J. A.). — **Sur la brucellose des Rats gris sauvages.** *Comptes rendus Soc. Biol.*, t. CXXI, n° 15, p. 1611-1613, 1936.

Trente-quatre Rats (Surmulots ?) ont été capturés dans trois domaines atteints par la brucellose des bovins. De onze Rats, on a isolé des *Brucella*, qui appartiennent à la variété *Brucella abortus bovinus*.

Il est possible que, chez les Rats sauvages, la brucellose évolue parfois sous forme sep-

tique aiguë et mortelle. Les animaux domestiques infectent les Rats; il faudrait rechercher dans quelle mesure et comment. Il faut prendre en considération le rôle des Rats sauvages dans les épizooties et l'épidémiologie. A. C.

Carl Stemmler. — **Les aigles de Suisse.** (Die Adler der Schweiz.) Grethlein et Cie, Zurich, 250 p., 73 gravures.

L'ouvrage est, pour une moitié, consacré à l'Aigle royal; l'auteur étudie, en outre, tous les autres grands Rapaces diurnes qui ont été rencontrés en Suisse.

Combattant les légendes qui se forment sur l'Aigle royal, l'auteur montre son véritable rôle dans l'équilibre de la faune. Les enlèvements de chèvres ou moutons sont de pure invention. L'Aigle royal se nourrit, pour une bonne partie, de Marmottes; il ne peut en menacer l'espèce.

C'est à juste titre qu'on réclame la protection des Aigles qui sont devenus trop peu nombreux. A. C.

März (Rob.). — **Le Grand-Duc sur l'Ile d'Aland.** (Der Uhu auf Åland.) *Ornis fennica*, 13e année, n° 1, mars 1936.

Le Grand-Duc est largement représenté sur Aland; l'A. a pu visiter onze aires et y recueillir un important matériel (plumées, boulettes, os).

298 proies ont été identifiées :

117 Oiseaux, 162 Mammifères et 19 Vertébrés divers.

On peut les classer ainsi :

Animaux nuisibles : 44 p. 100;
Animaux-gibier : 15 p. 100;
Animaux indifférents, environ 40 p. 100.

Parmi les Mammifères, le plus fréquent est le Surmulot (*Epimys norvegicus*) : 57 fois; puis viennent : l'Écureil : 27 fois; le Campagnol des champs : 24 fois. On trouve aussi 11 fois le Rat musqué (*Fiber zibethicus*).

L'Oiseau de beaucoup le plus nombreux est la Corneille mantelée (*Corvus cornix*) : 25 fois. Toutes les espèces d'Anatidés ne fournissent ensemble que 23 proies.

En conclusion : sur Aland, le Grand-Duc est plutôt utile. A. C.

Yeates (G. K.). — **La vie du Freux.** (*The life of the Rook.*) *Philip Allan*, London, 1934.

Excellent résumé du comportement du Freux, principalement pendant la période de reproduction.

Seize photographies prises par l'auteur, d'un abri installé à proximité du nid.

A. C.

Hibbert-Ware (Miss A.). — **Expériences sur la nourriture de la Chevêche (*Athene noctua*) en captivité.** (Report on an investigation of the food of captive Little Owls.) *British Birds*, vol. XXIX, n° 10, p. 302-305, mars 1936.

Les recherches ont eu pour but de savoir si l'examen des boulettes fournissait des renseignements exacts sur le nombre des proies ingérées.

La nourriture a consisté en Moineaux et Souris, alternant un jour sur deux.

Résultat : tous les os, petits et gros, se retrouvent dans les boulettes. Une boulette renferme quelquefois des os du jour précédent.

La Chevêche avale les Moineaux tout entiers; si elle en a un grand nombre, elle peut laisser des ailes et des têtes.

Des proies molles (ver de terre) ne forment pas de boulettes. A. C.

DURHAM (H. E.). — **Bouvreuil et arbres fruitiers.** (Bullfiches and fruit trees.) *The Gardener's Chronicle*, vol. XCVII, 3e série, 8 juin 1935.

Les Bouvreuils ont une préférence marquée pour les bourgeons floraux de certaines variétés de prunes et de poires.

Le moment de l'attaque varie d'une espèce d'arbre à l'autre : Prunier, les bourgeons commencent à peine à gonfler ; Amandier, ne sont attaqués qu'en pleine fleur.

Un observateur a compté que chaque Bouvreuil détruisait 45 bourgeons à la minute, en commençant par le haut de l'arbre.

Des essais de pulvérisation ont été faits avec différents produits, tous ont paru avoir un effet protecteur. A. C.

PAGLIANO (M. Th.). — **Le comportement de l'Étourneau en Tunisie.** *Bulletin de la Direction de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation, Tunis*, 1re partie, p. 19-62, 5 cartes, 1935.

Sturnus unicolor TEMM. et beaucoup plus encore *Sturnus vulgaris* L. causent de gros dégâts en Afrique du Nord.

St. vulgaris est migrateur et arrive en Tunisie fin septembre, début octobre, venant du sud. Les Étourneaux forment souvent de véritables nuages ayant 2 à 3 kilomètres de large et 10 mètres d'épaisseur ; ils comprennent plus de 300.000 oiseaux. Plusieurs dortoirs abritent chacun d'énormes bandes d'Étourneaux, qui vont le matin jusqu'à 60 et 80 kilomètres s'abattre sur les Oliviers dont ils mangent ou jettent à terre les fruits.

Les Étourneaux s'attaquent également aux dattes, à l'Amandier, aux fourrages ; 1/5 à 1/4 de la récolte peut être détruit. Sur les Oliviers, la perte atteint 55 à 59 p. 100.

On accuse l'Étourneau de transporter la fièvre aphteuse.

Il s'est fondé à Kairouan un syndicat de lutte contre l'Étourneau. Les moyens de destruction employés dans les dortoirs sont : les filets, le feu, la matraque, la capture à la main.

On déconseille l'arsenic et les gaz. A. C.

KLUIJVER (H. N.). — **Le comportement de l'Étourneau, étudié sur des sujets bagués.** [Waarnemingen over de levenswijze van den Spreeuw (*Sturnus v. vulgaris* L.) met behulp van geringde individuen.] *Verslagen en Mededeclingen van den Plantenziektenkundigen-Dienst te Wageningen*, n° 81, 1935.

L'A. a étudié du printemps 1932 à fin 1934 une colonie d'Étourneaux habitant des nichoirs à fermeture-piège. Les oiseaux étaient bagués à leur première capture.

Parmi les constatations qui ont été faites, citons : près de 83 p. 100 des jeunes meurent avant de se reproduire ; chaque année, il meurt 50 p. 100 des adultes. L'âge moyen auquel parviennent des Étourneaux est 3 ans (sans tenir compte des jeunes morts en bas âge).

Les couples disparus sont remplacés en partie par des jeunes nés dans la colonie, en partie par des oiseaux venus d'ailleurs. A. C.

IV. DÉFENSE DES CULTURES.

MILES (G. F.). — **Outillage et technique pour le poudrage des semences sur une grande échelle.** (The equipement and procedure for treating seed with dust disinfectants on a commercial scale.) *Agric. news letter*, t. IV, n° 5, 3 p., 1936.

L'A. étudie rapidement la pratique du traitement des semences par poudrage dans une grande exploitation. Les différents types de machines sont signalés. Les poudres sont classées en deux groupes : produits volatils, tels que poudres formolées, chlorure d'éthyl-

mercure, phosphate d'éthyl-mercure; produits non volatils, notamment carbonate de cuivre, oxyde de cuivre, hydroxy-mercure-chlorophénol, hydroxy-mercure-nitrophénol. Avec ces dernières poudres, les semences traitées peuvent être conservées plusieurs mois sans danger; avec les produits volatils, il faut faire le semis après avoir gardé les grains 24 heures dans un espace clos. M. RAU.

JOHNSON (L. R.). — **Essai du chlorure mercurique pour le traitement préventif des pommes de terre de semence.** (Trials of mercuric chloride for the prevention of potato sickness.) *The Ann. of appl. Biol.*, t. XXIII, n° 1, p. 153-163, 1936.

L'A. envisage surtout la lutte contre *Heterodera Schachtii*. Les kystes perdent leur pouvoir germinatif après un trempage de 2 minutes dans le sublimé à 0,1 p. 100, puis un lavage à l'eau de 3 à 5 minutes. Le traitement, appliqué aux pommes de terre, a un effet dépressif sur les variétés à croissance rapide; on évite cet effet en le pratiquant 3 ou 4 mois avant la plantation.

Le traitement du sol au chlorure mercurique donne aussi des résultats contre différentes maladies cryptogamiques, et notamment la galle commune. M. RAU.

PETHERBRIDGE (F. R.) et THOMAS (I.). — **Nouveaux essais de lutte contre les altises dans les couches.** (Further experiments on the control of flea beetles in seed-beds.) *The J. of Min. of Agri.*, t. XLII, p. 1086-1088, n° 11, 1936.

Dans les semis de choux, les résultats les meilleurs contre les altises ont été obtenus par les traitements suivants : 1° poudre de derris à 0,2 p. 100 de roténone; 2° naphtaline et silice en parties égales. Dans les deux cas, la dose moyenne employée correspond à 75 kilogrammes à l'hectare. Le nombre des plantes obtenues est triple de celui des témoins. Le traitement à la naphtaline est plus cher qu'à la poudre de derris. L'emploi du quartz finement broyé a donné des résultats inférieurs. M. RAU.

BOUHELIER (H.), DE FRANCOLINI (J.) et PERRET (J.). — **Essais attractifs pour la destruction de *Ceratitis capitata* WIED.** *Rev. de Zool. agr. et appl.*, 4 p., octobre 1935.

Au Maroc, la mouche des fruits est surtout combattue au moyen d'appâts-pièges et de pulvérisations attractives. A côté des formules classiques à base de borax, on a essayé récemment la composition suivante :

Mélasse à 50 p. 100 de sucre	10 kilogrammes.
Bifluorure d'ammonium	5 —
(ou : fluorure d'ammonium : 2 kilogrammes.)	
Eau	100 litres.

Les résultats ont été meilleurs avec cet appât. Les autres fluorures et les autres sels d'ammonium se sont montrés peu actifs. M. RAU.

DUTTON (W. C.). — **Essais au verger du dinitro-orthocyclohexylphénol en solution dans l'huile de pétrole, contre le puceron rose du pommier et le pou de San José.** (Orchard trials of dinitro-o-cyclohexyiphenol in petroleum oil for control of rosy apple aphis and San Jose scale.) *J. Econom. Entom.*, t. XXVIII, n° 1, p. 62-65, 1936.

Le dinitro-orthocyclohexylphénol à 4 p. 100 dans une huile de pétrole présente une grande efficacité contre les œufs du puceron rose du pommier et contre le puceron noir du cerisier. Le mélange s'émulsionne à 3,3 p. 100 en traitement d'hiver.

La même concentration donne jusqu'à 90 p. 100 de mortalité sur le pou de San José. Elle est sans danger pour les plantes. M. RAU.

Petherbridge (F. R.) et Thomas (I.). — **Traitement du prunier contre l'Hoplocampe** (avec une note sur les dégâts des Thrips.) [The control of plum sawfly (with a note on thrips damage).] *The J. of the Min. of Agr.*, t. XLII, n° 11, p. 1108-1118, 1936.

Dans la lutte contre *Hoplocampa flava* L., le résultat le meilleur est obtenu au moyen de deux pulvérisations avec la bouillie suivante :

Poudre de derris à 0,2 p. 100 de roténone	1 kilogr. 2
Produit mouillant	0 kilogr. 08
Eau	100 litres.

Le mélange arséniate de plomb + sulfate de nicotine donne des résultats un peu inférieurs; chacun de ces deux produits, employé séparément, est insuffisant.

Le premier traitement doit être fait 20 jours après la chute des pétales, le second une semaine plus tard. M. Rau.

Farrar (M. D.) et Kelley (V. W.). — **Action sur les pommiers des traitements répétés avec émulsions d'huile.** (The accumulative effect of oil sprays on Apple trees.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 260-263, 1935.

Des constatations faites par les AA., il résulte : 1° que les applications répétées de traitement d'hiver avec émulsion d'huile à 8 p. 100 n'ont aucun effet nuisible sur la croissance de l'arbre; 2° que le traitement d'hiver avec émulsion d'huile à 8 p. 100 retarde de 3 à 7 jours le développement des bourgeons.

Les traitements d'été avec émulsions à 2 % d'huiles blanches de viscosité différente ne causent en général aucun dommage sensible aux feuilles et aux fruits. Seule une huile non saturée dont le degré de viscosité était de 83 à 100° Far. (viscosimètre de Seybold) a causé quelques brûlures aux feuilles et aux fruits. A. P.

Dine (Van D. L.). — **Mesures autres que les pulvérisations pour le contrôle des insectes nuisibles des vergers.** (Measures other than spraying for the control of orchard insect pests.) *J. Econom. Entom.*, vol. 29, p. 37-43, 1936.

L'A. passe en revue les différentes méthodes de traitement autres que les pulvérisations arsenicales qui ont été proposées pour la destruction des Carpocapses. L'emploi des bandes-pièges traitées chimiquement est une des plus efficaces qui puisse être conseillée. D'après Newcomer, 75 p. 100 des chenilles peuvent être détruites par ce moyen. De même, la capture des papillons dans les locaux où ont été emmagasinées les pommes constitue une opération dont l'importance pratique découle des chiffres publiés par l'A. : ainsi dans un fruitier de 72 × 72 pieds (soit 22 × 22 mètres environ), il a été capturé 236.300 papillons en 1934. A. P.

Kagy (J. F.) et Richardson (Ch. H.). — **Propriétés ovicides et « scalicides » de solutions de dinitro-o-cyclohexylphénol dans l'huile de pétrole.** (Ovicidal et scalicidal properties of solutions of dinitro-o-hexylphenol in petroleum oil.) *J. Econom. Entom.*, vol. 29, p. 52-61, 1936.

Le dinitro-o-cyclohexyphénol en solution dans l'huile de paraffine a été expérimenté par les AA. contre les œufs d'un hémiptère : *Lygaeus kalmii*, et une cochenille : le Pou de San José (*Aspidiotus perniciosus*). L'huile de paraffine utilisée présentait les caractéristiques suivantes : poids spécifique : 0,8815 à 20° C.; sulfonation à 82 p. 100; viscosité : 99-100″ à 37-38° C. et 53-54″ à 60° C. (viscosimètre Saybold); ébullition entre 336 et 412° C. L'émulsion-mère de la solution est obtenue d'après la formule suivante :

Huile de paraffine + produit	75 p. 100 (en poids)
Caséine	2 p. 100 —
Ammoniaque à 28 p. 100	23 p. 100 —

L'huile avec le produit en solution est versée lentement dans la solution de caséinate d'ammonium; on prolonge l'agitation pendant 10 minutes pour obtenir une émulsion fine.

Les résultats obtenus contre les œufs de *Lygaeus* et le Pou de San-José montrent que le pouvoir insecticide de la solution de dinitro-o-cyclohexyphénol dans l'huile est supérieure à la somme des pouvoirs insecticides de chacun des composants. L'emploi de ce dernier produit permet de réduire considérablement le pourcentage d'huile. Avec 6,67 p. 100 de dinitro-o-cyclohexyphénol dissous dans l'huile et 1 p. 100 de cette solution, émulsionnée dans l'eau, l'A. a obtenu 100 p. 100 de mortalité sur les œufs de *Lygaeus* alors qu'une simple émulsion d'huile à 3 p. 100 ne tue que 59 p. 100 des œufs.

A. P.

Hensill (G. S.) et Hoskins (W. M.). — **Facteurs intervenant dans le dépôt des produits de pulvérisations. I. Effet de concentrations variées d'agents mouillants.** (Factors concerned in the deposit of sprays. I. The effect of different concentrations of wetting agents.) *J. Econom. Entom.*, vol. 28, p. 942-950, 1935.

On emploie assez fréquemment, aux États-Unis, les émulsions d'huile minérale, animale ou végétale dans la bouillie à l'arséniate de plomb pour le traitement des pommiers. L'émulsion est favorisée par la présence d'un produit émulsifiant. Les auteurs ont étudié le rôle joué par différents produits émulsifiants, en particulier par l'albumine du sang, l'oléate de triéthanolamine et un produit commercial, le « Kayso » sur la quantité d'arséniate et d'huile déposée sur une surface solide après pulvérisation de la bouillie dans des conditions expérimentales décrites par eux. Ils ont constaté que ces quantités variaient dans d'assez grandes proportions suivant les produits et suivant leur concentration.

A. P.

Hoskins (W. M.) et Wampler (E. L.). — **Facteurs intervenant dans le dépôt des produits de pulvérisation. II. Effet de la charge électrostatique sur le dépôt d'arséniate de plomb.** (Factors concerned in the deposit of sprays. II. Effect of electrostatic charge upon the deposit of lead arsenate.) *J. Econom. Entom.*, vol. 29, p. 134-143, 1936.

La charge électrostatique de l'arséniate de plomb en suspension dans l'eau est déterminée au moyen d'une cellule pour microcataphorèse établie sur le modèle de celle de Mattson. Les particules d'arséniate ont une charge électronégative. La présence d'un électrolyte modifie plus ou moins la charge des particules dans un sens ou dans l'autre. La présence de faibles concentrations d'ions positifs polyvalents ($Th++++$ et $Al+++$) réduit à 0 la charge; celle-ci devient négative avec de plus hautes concentrations. $Ba++$ est incapable de réduire la charge d'une manière appréciable tandis que les ions polyvalents négatifs (CrO^{4}——, $FeCN^{6}$——— et $Fe(CN)^{6}$———) accroissent très sensiblement la charge négative. Les suspensions de particules de cire d'abeille se comportent comme celles d'arséniate. Les solutions renfermant des ions d'Al en concentration telle qu'il n'y ait pas modification notable de la charge des particules de cire, mouillent une surface cireuse.

Le dépôt d'arséniate de plomb sur une surface pulvérisée varie avec la concentration de l'aluminium : il est accru par les concentrations qui donnent une charge faiblement positive à l'arséniate et laissent une charge négative à la surfave pulvérisée représentée par une couche de cire; mais il est fortement diminué quand l'arséniate et la cire sont chargés positivement. L'effet des agents mouillants dépend de la quantité employée.

A. P.

Popow (P. W.), Besub (K. E.) et Lebedewa (N. I.). — **Toxicité de l'oxyde d'éthylène et du « gaz T ».** (Toxizität des reinen Aethylenoxyds und des T-Gases.) *Insectofungicides*, n° 123, p. 264-273, 1935 (en russe, résumé allemand).

Le « gaz T » est un mélange d'oxyde d'éthylène et de gaz carbonique. On a étudié les variations de sa toxicité envers les insectes, en fonction des proportions du mélange. La

toxicité est maxima avec 10 à 15 parties de gaz carbonique pour 1 d'oxyde d'éthylène. Au point de vue de l'inflammabilité, il ne faut pas descendre au-dessous de 7,5 parties de CO^2. L'oxyde d'éthylène a une forte action sur le pouvoir germinatif des graines et ne peut être utilisé pour la conservation des semences. M. Rau.

Francolini (J. de). — **Observations sur le pouvoir mouillant des bouillies antiparasitaires.** *Rev. de Path. Végétale et d'Entom. Agr.*, t. XXII, n° 4, p. 284-287, 1935.

Le pouvoir mouillant a été évalué au moyen du stalagmomètre de Traube qui mesure la tension superficielle. L'expérience montre que l'addition d'un mouillant diminue cette tension de façon variable suivant la nature du liquide envisagé. Le mouillage des surfaces traitées ne devient bon que quand la tension superficielle est égale ou inférieure à 0,65, celle de l'eau étant 1. Mais ce mouillage n'est pas indispensable dans le cas des bouillies cupriques et arsenicales.

Pour la destruction des pucerons, il faut au contraire chercher à mouiller au maximum, et les produits les plus actifs à ce point de vue sont ceux qui offrent la tension la plus basse; on peut atteindre 0,36 avec certains produits. M. Rau.

Bousquet (E. W.), Salzberg (P. L.) et Dietz (H. F.). — **Nouveaux insecticides de contact dérivés des alcools gras.** (New contact insecticides from fatty alcohols.) *Ind. Eng. Chem.*, t. XXVII, n° II, p. 1342-1344, 1935.

On a utilisé aux États-Unis, comme insecticides de contact, des sulfocyanures aliphatiques préparés de la façon suivante : du glycéride naturel, on forme l'alcool gras qui est transformé en chlorure par action de l'acide chlorhydrique; on fait ensuite la double décomposition entre le chlorure considéré et un sulfocyanure alcalin.

Les composés normaux, ayant une chaîne droite d'atomes de carbone et un groupe sulfocyanure terminal, sont les plus efficaces. On les a essayés sur différents insectes (Pucerons, Thrips, Tétranyque), en employant comme mouillant l'oléate de potassium pur, à 1 ou 2 p. 1.000. Les chaînes ayant 1, 2, 4 atomes de carbone sont sans action sur les insectes; le maximum d'efficacité est atteint avec 12 atomes; l'activité est un peu moindre avec 8 et 10 atomes, encore plus faible avec 6 et 14. Le sulfocyanure aliphatique à 12 atomes de carbone donne une mortalité égale ou très peu inférieure à 100 p. 100, à des concentrations de 0,5 à 2 p. 1.000. L'action sur les plantes laisse une marge de sécurité suffisante. M. Rau.

Imprimerie Nationale. — J. 9132-36.

RECHERCHES

SUR

LA BIOLOGIE ET LE DÉVELOPPEMENT DES HYMÉNOPTÈRES PARASITES[1].

LES TRICHOGRAMMES

par Paul Marchal,

Membre de l'Institut.

SOMMAIRE.

Pages

Introduction 448

Les biotypes des Trichogrammes. — Données historiques sur la question 449

II. Le Trichogramma cacaeciae 451

1. Définition et caractères distinctifs 451
2. Cycle du parasite à l'intérieur des pontes de *Cacaecia rosana* 452
3. Des 2 générations qui se succèdent à l'intérieur des pontes de *Cacaecia*, seule la première dont l'évolution coïncide avec la diapause embryonnaire de l'hôte passe elle-même par une période de diapause 463
4. Variations du rythme évolutif du parasite en rapport avec la nature de l'hôte. Accélération du développement et du nombre des générations dans les œufs sans diapause 465
5. Dispositions expérimentales adoptées pour réaliser les modalités cycliques précédemment décrites 468
6. Le microptérisme et le dimorphisme saisonnier de *T. cacaeciae* 469
7. La spanandrie de *T. cacaeciae* 476
8. Comportement de *T. cacaeciae* en présence de pontes de Lépidoptères d'espèces différentes 478
9. Comportement de *T. cacaeciae* en présence d'œufs en état de cinèse embryonnaire, d'œufs en diapause et d'œufs tués par la chaleur humide 481

III. Le Trichogramma flavum 488

1. Succession des générations observées et élevage d'un clone 488
2. Cycle annuel dans les pontes à diapause de *Cacaecia rosana* 491
3. Accélération du développement et du nombre des générations dans les œufs sans diapause 492
4. Microptérisme saisonnier 492
5. Parthénogénèse thélytoque et spanandrie 493

[1] Sous ce titre général deux mémoires ont été antérieurement publiés :

I. La Polyembryonie spécifique ou Germinogonie (*Archives de Zoologie expérimentale et générale*, p. 257-335, 1904).

II. Les Platygasters (*Archives de Zoologie expérimentale et générale*, p. 485-640, 1906).

IV. Le Trichogramma evanescens..... 495
1. Définition et caractères distinctifs du biotype étudié..... 495
2. Cycle évolutif annuel. — Hibernation..... 498
3. La pœcilandrie et l'aptérisme des mâles chez le *Trichogramma evanescens* des œufs de Sialis et des œufs de Lépidoptères..... 501
4. Les lignées bisexuées à parthénogénèse arrhénotoque et les lignées thélytoques chez le *T. evanescens* des Sialis..... 510
5. Comportement du *T. evanescens* en présence des pontes de Lépidoptères divers..... 514
V. L'amixie des deux biotypes *Trichogramma cacaeciae* et *Trichogramma evanescens*..... 519
VI. Observations relatives à diverses lignées naturelles de Trichogrammes..... 522
1. Les Trichogrammes des Carpocapses..... 523
2. Les Trichogrammes de la Pyrale du Maïs..... 524
3. Les Trichogrammes de l'Eudémis et de la Cochylis de la Vigne..... 525
VII. Les gestes dysharmoniques chez les Trichogrammes..... 526
Résumé et conclusions..... 542
Index bibliographique..... 547

INTRODUCTION.

Les *Trichogrammes* [1] sont des Hyménoptères parasites appartenant à la famille des Chalcidides. Remarquables par leur très petite taille qui dans beaucoup de cas ne dépasse pas celle de certains Infusoires, ils sont caractérisés par les courtes soies disposées en rangées régulières qui garnissent les ailes antérieures et qui leur ont valu le nom sous lequel on les désigne (pl. I et fig. 17). Le fait de pondre dans les œufs des autres insectes et celui de poursuivre à l'intérieur de ces œufs leur développement embryonnaire, larvaire et nymphal dominent l'histoire biologique de ces parasites.

En raison du précieux concours qu'ils peuvent apporter pour limiter la multiplication des Insectes nuisibles, en raison aussi de la facilité avec laquelle on peut en réaliser l'élevage et la multiplication intensive, ils ont été au cours de ces dernières années l'objet de très nombreux travaux [2].

Nous ne tenterons pas, dans les chapitres qui vont suivre, d'écrire une mono-

[1] Au genre *Trichogramma* Westw. s'adjoignent les genres *Poropoea* Förster, *Choetostrichella* Girault, *Centrobia* Förster, *Lathromeris* Förster, *Chaetostricha* Walker, pour constituer le groupe des *Trichogrammini*. Ces derniers avec les *Oligositini* et les *Brachistini* forment la tribu des *Trichogramminae*. Toutes les espèces dont la biologie est connue dans cette tribu se développent en parasites à l'intérieur des œufs des insectes.

[2] Pour juger de l'importance de ces travaux poursuivis dans des laboratoires spécialement aménagés et pourvus mécaniquement des plus ingénieux dispositifs, on ne saurait mieux faire que de se reporter au livre de L. O. Howard : *The Insect Menace*, (Édition anglaise 1931, p. 242-247, et édition française 1934, p. 202-205). — Voir aussi les *travaux fondamentaux* de Flanders, mentionnés à l'Index, à la fin du présent mémoire, ainsi que ceux de W. R. Thompson. (*Annals of applied Biology*, Cambridge 1930.)

graphie de ces Hyménoptères. Nous nous efforcerons seulement de faire connaître quelques traits de leur histoire jusqu'ici négligés et surtout de mettre en lumière certains aspects de leur biologie qui présentent un intérêt général.

CHAPITRE I.

Les biotypes des Trichogrammes. — Données historiques sur la question.

La distinction d'espèces parmi les Trichogrammes est extrêmement délicate et en faisant l'élevage des types divers que l'on rencontre dans la nature, on ne peut guère trouver comme caractères différentiels se maintenant au cours des générations successives que des particularités de pigmentation ou des caractères biologiques tels que des modalités diverses de la reproduction (parthénogénèse arrhénotoque ou thélytoque, bisexualité normale ou spanandrie), des tendances diverses au microptérisme (microptérisme saisonnier, pœcilandrie avec microptérisme des mâles), ou bien encore des différences de réactions de degrés divers aux facteurs du milieu ou à l'attraction exercée par les hôtes. Il est remarquable que ces caractères différentiels, pour une bonne part d'entre eux, paraissent interprétables par des vitesses différentes de réactions évolutives.

On ne saurait trop insister sur l'importance que présentent pour l'étude d'un tel groupe les recherches biologiques faites sur des souches naturelles. Les essais de ceux qui se proposeraient de séparer les espèces, races ou variétés, d'après des examens portant exclusivement sur des exemplaires de collections, ne pourraient conduire qu'à des résultats incertains et souvent erronés. Actuellement d'ailleurs les auteurs reconnaissent la grande difficulté que l'on éprouve à discerner des caractères morphologiques stables qui permettent de définir les espèces européennes décrites, et ils ont tendance à les grouper — provisoirement tout au moins — sous l'unique dénomination de *Trichogramma evanescens*. C'est dans ce sens que concluent notamment C. Ferrière et J.-C. Faure (1927). Il doit rester entendu toutefois que sous ce nom se groupent de nombreux biotypes qui, si leurs caractères morphologiques différentiels sont conditionnels [1] ou inapparents, n'en présentent pas moins des caractères biologiques bien déterminés. De plus, ainsi que nous le verrons dans un des chapitres suivants (p. 519), on peut expérimentalement constater pour certains d'entre eux l'impossibilité des croisements.

Howard et Fiske (1911) ont donné à l'égard de ces biotypes les premières indications en signalant la présence de deux d'entre eux dans les pontes du Bombyx chrysorrhé que l'on importait alors d'Europe en Amérique, en vue de la lutte biologique contre ce ravageur : l'un de teinte claire et donnant par parthéno-

[1] Nous entendons sous la désignation de « conditionnelles » des différences qui peuvent disparaître si l'on élève chacun des biotypes que l'on compare, dans des conditions de milieu autres que celles où il se trouvait. Un biotype *a* pourra requérir une quantité de chaleur plus grande ou plus petite qu'un biotype *b* pour réaliser le même degré de pigmentation ou le même degré de développement des ailes. (Voir : Flanders, 1931.)

génèse soit des femelles, soit un mélange des deux sexes; l'autre de teinte foncée, à reproduction bisexuée avec parthénogénèse arrhénotoque. Ils faisaient en même temps remarquer qu'une troisième forme, depuis longtemps connue comme indigène aux États-Unis, le *Trichogramma minutum* Riley, se rencontrait aussi dans les pontes du Bombyx chrysorrhé en Amérique et qu'elle était semblable à la première forme européenne, mais en différait par sa parthénogénèse arrhénotoque [1].

En 1927, j'ai appelé l'attention sur le biotype que j'ai nommé *Trichogramma cacaeciae* et qui est l'objet principal du présent mémoire.

Dans une première note publiée à cette époque, j'ai montré que, malgré les étroites similitudes morphologiques qui le rapprochent de la forme typique de *T. evanescens*, le *T. cacaeciae* en diffère par un ensemble de propriétés biologiques extrêmement remarquables. A la même époque, j'établissais d'autre part expérimentalement que le croisement *T. cacaeciae* femelle × *T. evanescens* mâle, était impossible et ultérieurement que le croisement inverse (*T. evanescens* femelle × *T. cacaeciae* mâle), l'était également. (Voir chap. v). Enfin dans une deuxième note également parue en 1927, je faisais ressortir l'intérêt que présentent les lignées naturelles de Trichogrammes et je mentionnais notamment une forme génotypique trouvée dans la Creuse et ne différant du *T. cacaeciae* type que par une parthénogénèse thélytoque encore plus accentuée et à mâles d'une extrême rareté, ainsi que par sa teinte jaune plus uniforme (*T. flavum*) et un ajustement moins précis à l'évolution dans les pontes ou ooplaques de la tordeuse *Cacaecia rosana*.

Depuis ces premiers travaux, Flanders (1931) a publié un intéressant mémoire sur l'existence de races comparables se présentant chez la forme américaine dite *T. minutum* Riley (= *T. pretiosum* Riley). En ce cas toutefois, d'après Flanders, les diverses races observées ont le même mode de reproduction (reproduction bisexuée à parthénogénèse arrhénotoque) et c'est surtout par des caractères de pigmentation qu'elles diffèrent. Il résulte des expériences de cet auteur que ces races ne sont comparables que si elles ont été élevées dans des conditions de température semblables et que, pour une même race, la pigmentation passe du brun foncé au jaune franc, suivant que l'élevage se fait à une température relativement basse (50° Fahr.) ou à une température élevée (90° Fahr.). Pour une même température la vitesse du développement diffère aussi suivant les races, celles de teinte claire se développant le plus vite. C'est donc par leurs facultés de réagir à la température pour la formation des pigments que ces races traduisent leurs différences essentielles [2].

[1] D'après Girault (1911-1913), la première forme rentrerait dans le cadre du *Trichogramma minutum* Riley, qui se rencontrerait non seulement en Amérique, mais encore en Europe et en Australie et qui se présenterait tantôt en lignées thélytoques ou amphotérotoques, tantôt en lignées bisexuées avec parthénogénèse arrhénotoque. La deuxième forme de teinte foncée serait par contre spécifiquement distincte et correspondrait à celle que Girault lui-même a décrite sous le nom de *Pentarthron* ou *Trichogramma euproctidis* (Girault 1911, p. 46-48). On ne peut guère considérer de telles identifications que comme provisoires et une révision des *Trichogrammes* parasites du *Bombyx chrysorrhé* paraît s'imposer.

[2] Voir aussi : Peterson (1930) : il signale des lignées naturelles de *T. minutum* dans l'État de New-Jersey.

D'autres travaux sur les races biologiques de *T. minutum* sont également parus dans ces derniers temps. Ceux de Harland et Atteck (1933) portent en particulier sur une série de lignées naturelles des Indes occidentales se caractérisant par leurs modes de reproduction, leur pigmentation et des réactions biologiques diverses.

Nos observations n'ont porté que sur des formes existant en France. Ces formes se répartissent en deux groupes : l'un formé par le *Trichogramma cacaeciae* et formes affines, de teintes claires, à parthénogénèse thélytoque dominante, l'autre par le *Trichogramma evanescens* et formes affines, de teintes foncées, à reproduction bisexuée dominante avec parthénogénèse arrhénotoque.

CHAPITRE II.

Le *Trichogramma cacæciæ*.

(Pl. I, fig. 1, et fig. 4 et 5 du texte.)

1. *Définition générale et caractères distinctifs.*

Sans préjuger de la place qu'il convient de lui accorder dans la hiérarchie taxonomique, j'ai désigné sous ce nom un biotype qui morphologiquement se montre voisin de *Trichogramma evanescens*, parasite bien connu comme destructeur des œufs d'une multitude d'insectes et notamment des œufs de Noctuelles. Il en diffère toutefois par sa coloration, par son dimorphisme saisonnier (microptérisme posthivernal), par son mode de reproduction (thélytoquie avec spanandrie), par son habitat et par un remarquable ensemble de caractères biologiques.

C'est à partir de l'année 1925 dans mon jardin d'Antony (Seine) que j'ai poursuivi mes observations sur ce biotype en les conduisant parallèlement à d'autres que je faisais dans la même localité sur la forme typique du *Trichogramma evanescens*.

Le *T. cacaeciae*, remarquable par sa teinte claire, séjournait dans les endroits ombragés et se rencontrait surtout sur les vieux Cognassiers où il parasitait les pontes à œufs imbriqués et fixés sur les écorces d'une Tortricide fort commune et assez polyphage, la *Cacaecia rosana*. Dans ces pontes — que nous désignerons aussi au cours de ce mémoire sous le nom d'ooplaques [1] — son cycle se déroulait pour aboutir annuellement à deux générations d'adultes de sexe femelle, l'une post-hivernale et microptère (fig. 4, 5, 14), l'autre estivale avec ailes normalement développées à irisation rose dominante (pl. I, fig. 1). J'ai rencontré d'ailleurs le même biotype dans des stations similaires, soit aux environs de Paris, soit dans

[1] L'emploi de ce néologisme se justifiera par l'avantage qu'il présente, en maintes circonstances, d'éviter l'ambiguïté que comporte trop souvent le mot *ponte*, s'appliquant tantôt à l'acte de la femelle évacuant un œuf, tantôt à l'ensemble des œufs déposés par cette femelle.

la région centrale de la France (Creuse). La seconde forme (*Trichogramma evanescens* typique [pl. I, fig. 2]), dont la teinte foncée et l'irisation bleue des ailes permettaient immédiatement de la distinguer de la précédente fréquentait les endroits découverts et en particulier les planches de choux où elle parasitait intensément les œufs de divers papillons fort nuisibles à cette culture (*Mamestra brassicae*, *Mamestra oleracea*, Piérides, *Pionea forficalis*, etc.). Elle évoluait annuellement en générations bisexuées multiples sans dimorphisme saisonnier appréciable.

2. *Cycle annuel du* T. cacaeciae *à l'intérieur des pontes* (*ooplaques*) *de* Cacaecia rosana.

Pour faciliter l'exposé du cycle du parasite, quelques mots sur le cycle de l'hôte sont d'abord nécessaires :

La Tortricide *Cacaecia rosana* ne présente qu'une seule génération annuelle, tandis que son parasite le *Trichogramma cacaeciae* qui se développe à l'intérieur de ses œufs, en présente habituellement deux. Les papillons de *Cacaecia* volent à la fin de juin et en juillet ; peu de temps après s'être accouplées, les femelles déposent leurs œufs sur les écorces des Cognassiers et de quelques autres essences, en marquant une préférence pour les écorces lisses [1]. Ces œufs qui resteront près de neuf mois sans éclore, sont groupés en amas lenticulaires ou ooplaques comportant dans la plupart des cas de 30 à 60 unités [2] (fig. 1, A).

Chevauchant les uns sur les autres comme les tuiles d'un toit, ils présentent une surface qui, pour chacun d'eux est en rapport partiellement avec l'écorce, partiellement aussi avec l'air libre et avec les œufs immédiatement voisins. Ces œufs commencent leur développement embryonnaire pendant les quelques jours qui

[1] On rencontre assez souvent aussi des pontes de *Cacaecia rosana* sur les pommiers, les noisetiers, les néfliers, les faux-ébéniers (*Cytisus laburnum*), les frênes. Mais les vieux cognassiers croissant en fortes cépées constituent leur habitat préféré. Il est vraisemblable d'ailleurs que, suivant les stations et les associations végétales qu'elles comportent, on constaterait des variations pour les préférences marquées par les pondeuses à l'égard des différentes essences.

[2] Voici, par exemple, une observation portant sur une femelle de *Cacaecia rosana* capturée dans ma grande cage de plein air sur pommier le 2 juillet 1926. L'éclosion et l'accouplement devaient avoir eu lieu depuis peu. Cette femelle fut isolée dans un large tube d'élevage et conservée vivante en l'alimentant régulièrement avec de l'eau sucrée du 2 au 24 juillet. Dans la nuit du 2 au 3 juillet ou au début de la matinée du 3 juillet, elle déposa sur les parois de verre un premier ooplaque de 66 œufs. Une seconde ponte comportant une trentaine d'œufs fut déposée dans les mêmes conditions dans la nuit du 5 au 6 juillet. Puis, dans la matinée du 8, une troisième ponte de même taille que la seconde et comportant également une trentaine d'œufs fut trouvée sur les parois du tube. Dans la nuit du 9 au 10 juillet, une quatrième ponte d'une quinzaine d'œufs fut encore évacuée, puis une cinquième équivalente à la précédente, le 13 juillet. A ce moment on pouvait donc évaluer l'ensemble des œufs pondus par la *Cacaecia* à un peu plus de 150 œufs. Elle colla encore le 22 juillet un œuf isolé contre le verre, puis une dizaine de pseudova (disques dépourvus de germes), et mourut le 25 juillet.

suivent la ponte, puis lorsqu'ils sont parvenus au stade correspondant à une simple bande germinative enfoncée dans une masse verte de grosses cellules vitellines, ils entrent en diapause pendant la fin de l'été, l'automne et l'hiver

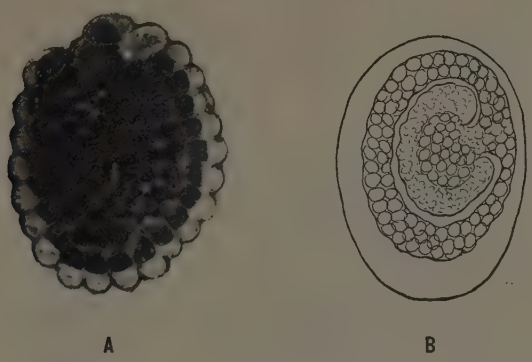


Fig. 1. — Ooplaque de *Cacaecia rosana* (ponte déposée par un papillon au début de juillet sur lame de verre). — A. Photo prise pendant la période estivale de diapause embryonnaire. Les embryons rétractés laissent inoccupée une partie de la cavité de l'œuf (Gr. = 7,5). — B. Œuf plus grossi et contenant à son intérieur l'embryon au terme de la période hivernale de diapause (schéma).

(fig. 1, B) pour ne reprendre leur évolution embryonnaire qu'au début du printemps. Ce développement aboutit alors à la formation de jeunes chenilles qui

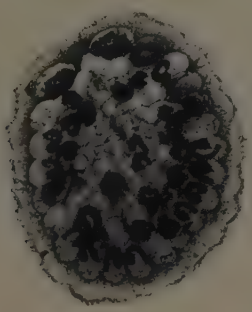


Fig. 2. — Ooplaque de *Cacaecia rosana* (ponte déposée par un papillon au début de juillet sur lame de verre). Photo prise à l'époque de l'éclosion des chenilles (avril de l'année suivante) [Gr. = 7,5].

ingèrent, avant d'éclore, ce qui reste encore du périvitellus, puis découpent dans la partie libre de la coque un trou de sortie en croissant de lune et, généralement dans le courant d'avril émergent à l'extérieur[1] [fig. 2 et 3]. La chenille

[1] Il est à remarquer que cette sortie est dans une étroite dépendance du phototropisme de la chenille : c'est ce que démontre l'observation des pontes déposées par les *Cacaecia*

subissant les mues habituelles et passant par les stades bien connus, se transforme en chrysalide dans le courant de juin, pour donner, au bout d'une quinzaine de jours, le papillon.

Le cycle de l'hôte étant ainsi brièvement résumé, voyons maintenant comment se déroule celui du parasite.

Par les belles journées de la deuxième quinzaine de mars ou du commencement d'avril, en passant en revue les troncs ou les grosses branches des Cognassiers

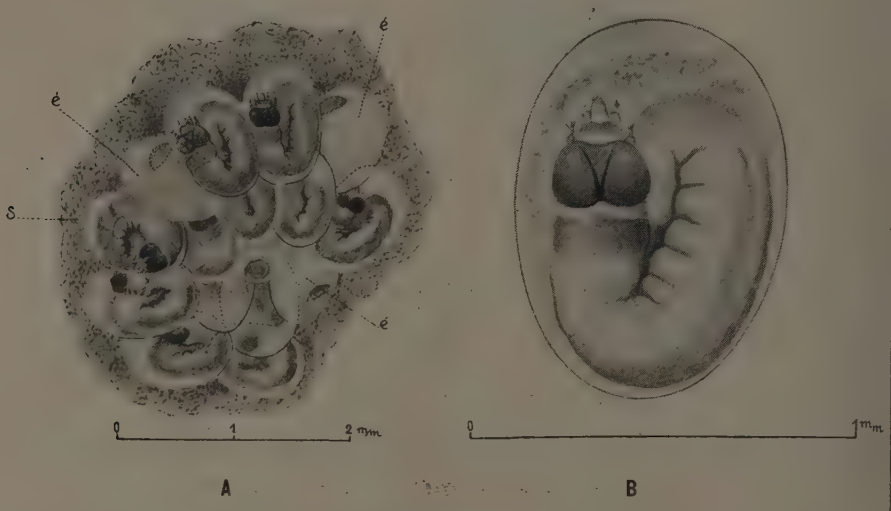


Fig. 3. — Petit ooplaque déposé sur lame de verre par un papillon de *Cacoecia rosana* à la fin de juin 1925. — A. Ensemble de l'ooplaque vu par sa face inférieure adhérente au verre (la lame ayant été retournée) au moment de l'éclosion des chenilles (avril 1926) : *é*, œufs déjà éclos et abandonnés par les chenilles, le trou de sortie se trouvant sur la face libre opposée est indiqué en pointillé; *s*, sécrétion englobant les œufs dont se compose l'ooplaque. — B. Œuf plus grossi et contenant, à son intérieur, la chenille au premier stade et prête à éclore.

dont les bourgeons commencent alors à s'ouvrir, on peut observer sur quelques-unes des pontes de *Cacaecia* qui ont passé l'hiver, la présence de minuscules

contre les parois d'un large tube de verre. On peut constater que les œufs fortement adhérents au verre poursuivent, dans de telles conditions, leur développement normal jusqu'au moment de l'éclosion ; mais à ce moment, si les pontes se trouvent du côté du tube tourné vers la fenêtre, les chenilles sont sollicitées par la lumière d'une façon prépondérante du côté où elles ne peuvent que buter contre le verre et elles meurent à l'intérieur des œufs sans pouvoir se dégager. Par contre l'éclosion se fait normalement pour les pontes qui sont déposées sur le liège du bouchon, ou pour celles derrière lesquelles on place un écran d'étoffe noire, de façon à rétablir les rapports lumineux qui existent dans la nature entre les pontes et leurs supports.

Les chenilles sont également victimes de leur phototropisme et meurent sans pouvoir éclore, lorsque les pontes ont été déposées, à l'intérieur d'un local, sur la vitre d'une croisée.

Chalcidiens microptères. Ce sont, à cette époque, les représentants du *Trichogramma cacaeciae* (fig. 4 et 5). N'étant pourvus que de moignons alaires et incapables de voler, ils stationnent sur les ooplaques d'où ils viennent eux-mêmes d'éclore ou gagnent, s'il en existe, des ooplaques à proximité immédiate, pour déposer leurs œufs dans ceux de la Tordeuse. Les œufs occupant la partie centrale de l'ooplaque sont pour la plupart ceux qui ont servi de berceau depuis

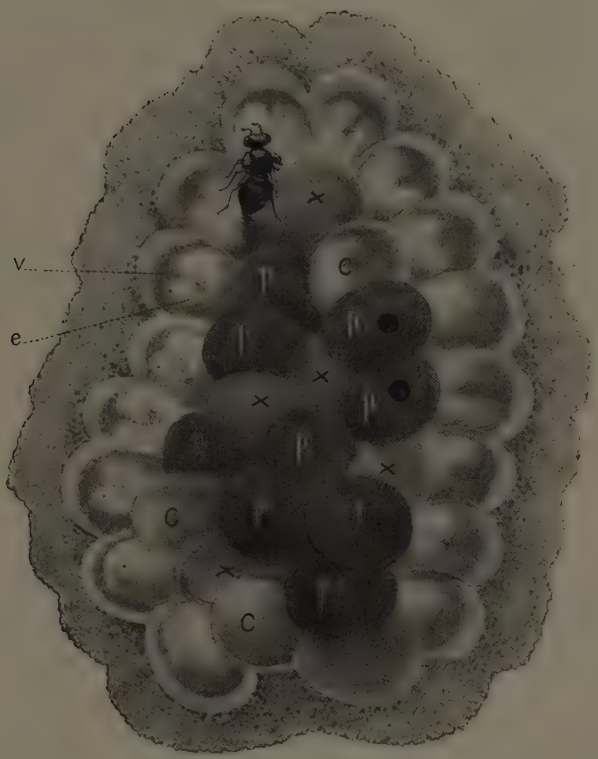


Fig. 4. — *Trichogramma cacaeciae*. — Une femelle de la génération posthivernale des microptères pondant en mars-avril dans les œufs périphériques d'un ooplaque de *Cacaecia rosana*. Elle est elle-même éclose de l'un des œufs (*p*) de la région centrale piqués et parasités en juin-juillet de l'année précédente par la génération estivale ailée. Deux de ces œufs montrent un trou de sortie, l'un d'entre eux ayant donné issue au microptère figuré; ×, œufs mortifiés par causes accidentelles; *e*, œufs contenant, ainsi que tous les périphériques, des chenilles embryonnaires, susceptibles de recevoir la ponte des microptères ou venant de la recevoir; *v*, perivitellus entourant l'embryon *e*. (D'après photo d'un ooplaque sur paroi d'un tube de verre, après éclosion dans ce dernier du microptère figuré, 29 mars 1927.)

l'été précédent au développement des Trichogrammes microptères que nous venons de voir éclore au début du printemps. Les œufs de la zone périphérique restent par contre presque toujours indemnes pendant la saison hivernale.

D'une façon générale un œuf de la Tordeuse héberge un seul parasite et lorsque

celui-ci est éclos en mars-avril. l'œuf d'où il vient de sortir se reconnaît à la présence d'un trou à contour irrégulièrement arrondi et à bords déchiquetés.

Aussitôt après leur éclosion, les Trichogrammes microptères restent le plus souvent groupés sur l'ooplaque d'où ils viennent d'émerger ou dans une zone restreinte autour de lui; ils rejettent alors des gouttelettes de meconium qui par évaporation ne tardent pas à se concréter en de minuscules cercles ou saillies d'une teinte jaune clair; ces fines taches méconiales, ainsi que la présence des trous de sortie à bords irréguliers sont caractéristiques de l'infection parasitaire des ooplaques par les Trichogrammes à cette époque. Très peu de temps après leur éclosion, ces derniers qui presque toujours sont exclusivement du sexe femelle et qui sont doués de parthénogénèse thélytoque, se mettent à larder de leur tarière les œufs restés indemnes et qui n'ont pas encore donné d'éclosions.

La ponte des microptères se fait avec une grande continuité : même à des températures assez basses pouvant ne pas dépasser 9 à 10° C., on peut les trouver au travail : c'est surtout dans la zone périphérique de l'ooplaque qui leur a servi de berceau qu'ils rencontrent les œufs à leur convenance et susceptibles d'assurer l'évolution de leur descendance; ou bien encore, si ces œufs font défaut, ils vont à la recherche des autres ooplaques de *Cacaecia* qui peuvent se trouver au voisinage [1]. Toutefois, en raison de leur microptérisme, de l'éloignement assez fréquent des ooplaques et du degré d'évolution déjà trop avancé que présentent parfois ces derniers, leurs chances de succès sont en ce cas plus réduites [2]. Le dépôt de l'œuf du parasite est précédé des manœuvres préliminaires habituelles aux Trichogrammes et déjà décrites par d'autres auteurs. Par d'actifs mouvements des

[1] Le 30 mars 1934, après avoir observé dans la matinée, sur un cognassier, un microptère occupant une ponte de *Cacaecia* d'où je l'avais vu éclore la veille et dont il avait déjà piqué quelques œufs périphériques restés jusqu'alors indemnes, je le trouvais l'après-midi installé sur un autre ooplaque qui se trouvait à 6 centimètres du premier et qui n'avait pas été parasité jusqu'alors par les Trichogrammes. Après avoir piqué les quelques œufs qui restaient disponibles dans l'ooplaque d'où il était lui-même éclos, il avait donc réussi à gagner un autre ooplaque à une courte distance et cet ooplaque lui offrait tout ce qui lui convenait pour assurer le succès de sa descendance. Un peu plus tard, le 2 avril, je vis deux autres microptères sur des pontes de *Cacaecia* complètement indemnes et qui se trouvaient l'une à 9 centimètres, l'autre à 14 centimètres des pontes les plus voisines qui aient pu leur servir de berceaux. Il n'est donc pas douteux que les microptères peuvent rayonner à la recherche de nouveaux ooplaques dans le voisinage de l'endroit où ils sont nés.

[2] Suivant l'orientation de leur emplacement sur l'arbre ou sur la branche, les ooplaques de *Cacaecia* se trouvent à cette époque à un stade de développement plus ou moins avancé. Pour certains, les œufs contiennent des chenilles déjà bien formées et une masse périvitelline presque totalement ou même totalement épuisée. Par contre d'autres ooplaques sont formés d'œufs beaucoup moins évolués et à grosses réserves vitellines : ce sont ceux qui réalisent les conditions les meilleures pour assurer le développement des parasites. J'ai tenté de faire pondre au printemps des microptères tardivement éclos dans des œufs de *Cacaecia* qui contenaient des chenilles entièrement formées : ils peuvent accepter de les piquer; mais la piqûre n'aboutit dans aucun cas au développement du parasite.

Enfin, suivant les années, l'ajustement du cycle du parasite à celui de l'hôte peut se trouver réalisé d'une façon plus ou moins complète.

antennes fléchies sur la ponte du papillon il palpe les œufs dans lesquels il s'apprête à introduire ses propres germes[1].

A l'époque où se fait la ponte des microptères, c'est-à-dire à la fin de mars ou au début d'avril, les œufs périphériques de l'ooplaque dont la région centrale vient d'être évacuée par les parasites se trouvent généralement à un stade peu avancé et fournissent des conditions favorables au développement de l'œuf du Trichogramme. Le vitellus y forme une masse verte ou jaunâtre encore volumineuse que parcourt un réseau pigmenté d'un rouge carminé; la chenille n'y est encore qu'à l'état embryonnaire. Les microptères sortis de la région centrale et qui piquent ces œufs périphériques ont de bonnes chances, à condition que leurs piqûres ne soient pas en surnombre, d'assurer ainsi, en y déposant leurs propres germes, le sort de la génération suivante. Quant à leur vie individuelle, exposée aux intempéries de la saison, elle est assez précaire; après avoir épuisé le contenu assez restreint de leurs ovaires, ou même avant, ils périssent au bout de quelques journées.

Fig. 5. — *Trichogramma cacaeciae*. Microptère de la génération post-hivernale pondant dans un œuf de *Cacaecia*.

Pendant la deuxième quinzaine d'avril, le mois de mai et la plus grande partie de juin, le *T. cacaeciae* n'existe plus au dehors à l'état parfait et pour me rendre compte de la façon dont se poursuit le cycle évolutif, j'ai fait deux séries d'observations parallèles : l'une sur des pontes (ooplaques) mises avec leurs supports (fragments d'écorces ou segments de rameaux) dans des bocaux d'élevage, l'autre sur des pontes restées en place sur les arbres. En repérant et numérotant un certain nombre de ces dernières, puis en notant à l'aide de croquis le nombre et la disposition des trous de sortie qu'elles présentaient, j'ai pu d'abord constater que (hormis les altérations causées par les prédateurs qui viennent parfois les endommager), les ooplaques restaient sans aucun changement extérieur pendant la période qui vient d'être indiquée. C'est seulement dans les derniers jours de juin ou les premiers jours de juillet que la deuxième génération apparaît et que de nouveaux trous de sortie se montrent sur les pontes : celles qui n'en présentaient que dans la région centrale en présentent maintenant de nombreux sur la zone périphérique et souvent tous ou presque tous les œufs de cette zone portent la perforation irrégulièrement circulaire témoignant de la récente éclosion du parasite.

Il est tout à fait remarquable que, tandis que tous les individus de la génération précédente n'avaient que des moignons alaires et étaient absolument incapables de voler, tous ceux de cette nouvelle génération ont des ailes normalement déve-

[1] Si l'on observe le palpage au binoculaire, on constate que les antennes et les palpes à la fois frôlent la ponte; mais il ne semble pas qu'il y ait à proprement parler léchage ou succion.

loppées. Comme ceux de la première génération, les individus de la deuxième sont d'une façon très générale des femelles et se reproduisent par parthénogénèse thélytoque : les mâles, ainsi que nous le verrons (p. 476), n'apparaissent que d'une façon très sporadique et exceptionnelle.

Ce qui permet d'affirmer que ces individus ailés de la génération de juillet font bien partie du même cycle spécifique que les individus microptères de la génération de mars-avril, c'est que si l'on conserve dans des tubes d'isolement des

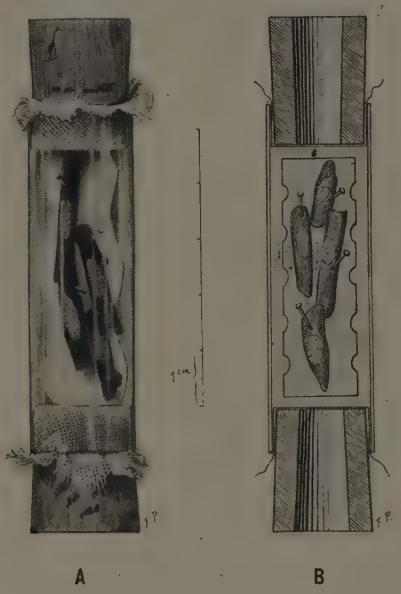


Fig. 6. — Ooplaques de *Cacaecia rosana* sur écorces de Cognassier, disposés pour observer la ponte et l'évolution du *Trichogramma cacaeciae*. — A. Ensemble du dispositif d'après une photographie. — B. Coupe schématique du tube contenant les esquilles d'écorce épinglées sur lame de carton.

ooplaques dans lesquels les microptères ont déposé leurs œufs on voit à la fin de juin ou au début de juillet sortir de ces ooplaques de nombreux Trichogrammes ailés [1].

[1] Pour rendre compte des faits d'une façon concrète, je rapporterai avec quelques détails une de mes nombreuses observations faite à Antony en 1925 : L'ooplaque de *Cacaecia rosana* qui en constitue le matériel initial a été détaché de l'arbre avec le fragment d'écorce qui lui sert de support pendant la période hivernale. Il comporte 67 œufs de *Cacaecia* disposés en une masse elliptique, ceux de la région centrale offrant la teinte foncée caractéristique des œufs parasités par les Trichogrammes. Le fragment d'écorce avec l'ooplaque qu'il supporte a été placé dans un tube de verre dans lequel l'aération est assurée à chaque extrémité par un morceau de fine mousseline doublant un bouchon perforé, le tout étant disposé dans un local non chauffé. Du 10 au 15 avril, c'est-à-dire à une époque relativement tardive qui

Que va devenir maintenant cette nouvelle génération? De toute évidence, elle ne peut plus trouver dans les ooplaques d'où elle est sortie le milieu nécessaire pour assurer la destinée de sa descendance. Tous les œufs de ces ooplaques sont en effet vides : ils ont été abandonnés soit par les Trichogrammes, soit par les chenilles qui en sont éclos — sans parler de ceux qui, sous des influences diverses, se sont desséchés sans éclore. Pour assurer la perpétuation de l'espèce, la présence d'ailes devient dès lors une disposition organique des plus précieuses et alors qu'elle était sans nécessité pour la génération précédente, elle apparaît comme indispensable à la génération de juillet en assurant sa dispersion pour aller à la recherche des nouvelles pontes, qui vers la fin de juin ont été déposées par les papillons de *Cacaecia* sur les branches des arbres et en particulier des Cognassiers. La finalité ne fait d'ailleurs ici que coïncider avec un déterminisme que nous démontrerons par la voie expérimentale.

Au début de juillet j'ai observé ces ailés piquant de leurs tarières les pontes récentes soit au dehors, soit dans mes cages ou mes bocaux ou tubes d'élevage. Voici notamment l'ensemble des dispositions qui m'ont permis le plus aisément de répéter mes observations : préalablement, un élevage de *Cacaecia* est fait dans une grande cage d'élevage (fig. 13, p. 469) contenant plusieurs jeunes Pommiers

s'explique par la prolongation des froids en 1925, s'échelonne l'éclosion des parasites microptères. Ils sont au nombre de 29 et sortent de la partie centrale de l'ooplaque, tandis que la zone périphérique ne donne pas d'éclosions. Le 14 avril l'ooplaque est déjà couvert des Trichogrammes microptères qui déambulent à sa surface et enfoncent leurs tarières dans les œufs de la zone marginale qui n'ayant pas été piqués par la génération précédente (celle de l'été 1924), sont restés indemnes jusqu'alors; ils se reconnaissent aisément à leur teinte plus claire, ainsi qu'à l'absence de trous de sortie. Au moment de l'attaque des parasites (derniers jours de la première quinzaine d'avril 1925) ces œufs périphériques dont le nombre est d'environ 25 sont encore loin d'être parvenus au terme de leur évolution et présentent une grosse masse vitelline opaque et jaunâtre apparaissant nettement au binoculaire par simple lumière réfléchie; le réseau de pigment carminé est également apparent; et d'autre part on constate l'absence de la grosse tache noire correspondant à la tête de la chenille que l'on voit dans les œufs parvenus à un stade voisin de l'éclosion.

Tous les parasites microptères issus de la partie centrale de cet ooplaque et constituant la première génération annuelle ne vivent qu'un temps très court et tous sont morts le 16 avril Après le retrait de ces derniers, l'ooplaque est de nouveau mis dans le tube d'élevage en vue de l'obtention de la deuxième génération; il présente à ce moment un grand massif central formé de 29 œufs troués, réduits à leurs coques noirâtres, et d'où les microptères précédents sont sortis; dans cette même région centrale se trouvent en outre çà et là, mais en nombre restreint, des œufs non éclos et qui n'écloront pas : les uns de teinte noire, contiennent un Trichogramme mort au cours de son développement; les autres sont des œufs arrêtés au cours de leur évolution embryonnaire pour des causes inconnues. La zone périphérique enfin est formée des œufs dans lesquels nous venons de voir les microptères introduire à l'aide de leur tarière les germes de la génération suivante; rien ne distingue à ce moment extérieurement ces œufs parasités de ceux restés indemnes qui dans les pontes non piquées donneront à courte échéance des chenilles de *Cacaecia*. Dans le courant de mai et de juin ils prendront la teinte noirâtre caractéristique et donneront dans les premiers jours de juillet la deuxième génération de Trichogrammes consistant en une vingtaine d'ailés, tous du sexe femelle.

ou autres arbres appropriés [1]. Les papillons sortant des chrysalides pondent à la fin de juin ou au début de juillet soit sur les tiges et branches des arbres, soit sur les parois de la cage [2]. Les ooplaques étant ensuite recueillis avec leurs supports (segments de rameaux par exemple) sont transportés dans un bocal et mis en présence de Trichogrammes ailés qui ont été obtenus par voie d'élevage de pontes piquées en mars-avril par les microptères.

Quelques instants après la libération des Trichogrammes ailés à l'intérieur du bocal, plusieurs d'entre eux grimpent sur les rameaux coupés puis s'installent sur les ooplaques qui s'y trouvent. Ils y déposent leurs œufs en exécutant une manœuvre fort semblable à celle des microptères, mais en déployant généralement une activité plus grande [3]. L'insecte dépasse souvent un peu la marge de l'ooplaque sur lequel il opère, pour prendre contact avec l'écorce, puis revient à l'ooplaque et recommence sa danse, tête baissée, antennes tremblantes. Enfin, il s'immobilise dans l'attitude de ponte, paraissant presque assis.

La durée de vie des ailés est notablement plus longue que celle des microptères; l'évacuation de leurs œufs est moins continue et paraît comporter deux ou trois périodes séparées par des temps de repos; elle commence aussi d'une façon moins immédiate après leur émergence. Le nombre des œufs de *Cacaecia* parasités par un seul Trichogramme ailé peut atteindre 45 et peut-être davantage. Pendant toute la fin de l'été, l'automne et l'hiver, les ooplaques de *Cacaecia* (fig. 9 A) séjournent sans présenter d'éclosions (ni de chenilles, ni de parasites) sur les rameaux qui leur servent de supports [4]. L'éclosion des microptères issus de

[1] En captivité, d'autres essences que le Cognassier et le Pommier peuvent fort bien être utilisées et j'ai obtenu notamment une énorme quantité de chenilles de papillons et de pontes de *Cacaecia rosana* dans une grande cage-serre (d'un modèle différent de celui de la figure 13, p. 469, mais ayant été également utilisé pour l'élevage de l'*Aphelinus mali*) et dans laquelle se trouvaient à la fois des ormeaux et des pommiers. Les ormeaux furent presque aussi ravagés par les chenilles que les pommiers et les ooplaques de *Cacaecia* furent déposés en quantités équivalentes sur les deux essences; un bon nombre se trouvaient aussi collés contre les parois de la cage-serre et en particulier sur les vitres, dont la surface lisse paraissait réaliser une condition favorable pour le dépôt des œufs du papillon, mais néfaste pour sa descendance, toutes les chenilles étant condamnées par leur phototropisme à buter contre le verre au moment de l'éclosion.

[2] On peut aussi capturer dans la grande cage les femelles fécondées et les emprisonner dans des bocaux ou des petites cages contenant des rameaux coupés sur lesquels les ooplaques sont déposés par les papillons. On est ainsi plus certain d'obtenir des ooplaques indemnes de toutes piqûres antérieures.

[3] Avant l'acte de ponte, la manœuvre valsante est souvent assez longue : quelques pas sont faits dans une direction, les antennes et les palpes balayant les œufs, puis l'insecte se retourne en pivotant sur lui-même pour refaire la même manœuvre en sens inverse. Ce n'est pas semble-t-il pour choisir; il paraît même souvent enfoncer sa tarière sur un autre œuf que ceux qu'il a particulièrement palpés. J'ai l'impression que c'est une accumulation de sensations qu'il recherche ainsi pour déclencher le réflexe de ponte.

[4] Dans quelques cas exceptionnels, j'ai observé, par suite de rupture de la diapause à l'automne, une éclosion partielle et minime de Trichogrammes des pontes de *Cacaecia* avant l'hiver. Or il est remarquable que les individus sur lesquels portait cette éclosion supplé-

la génération ailée, dans les conditions d'élevage où nous avons fait ces observations, coïncide [1], à quelques jours près, avec celle des microptères qui éclosent des ooplaques restés dans les conditions naturelles et que l'on a pu repérer sur les arbres. L'apparition de trous de sortie circulaires répartis dans la région centrale donne le signalement d'une éclosion révolue. Elle a lieu, comme nous l'avons vu de la fin de mars au début d'avril. En même temps on constate le stationnement des microptères sur les ooplaques d'où ils viennent de sortir ou sur ceux non encore parasités que l'on peut leur offrir. Puis le cycle que nous venons de retracer se poursuit à nouveau.

Il importe d'ajouter que, dans la nature ou dans les élevages, il arrive fréquemment que les ooplaques ne sont pas parasités dans la totalité de leur étendue par les deux générations successives de Trichogrammes qui les ont attaqués. Souvent, en effet, ils présentent en proportions variables les deux catégories de trous de sortie : d'une part ceux qui ont un contour circulaire et irrégulier et qui correspondent aux éclosions des parasites et d'autre part les trous en croissants de lune qui correspondent aux éclosions des chenilles ; la sortie de ces dernières commence peu de temps après celle des microptères et se poursuit au cours du mois d'avril. Suivant les conditions climatiques de l'année et l'exposition des écorces qui portent les ooplaques, on peut observer d'ailleurs de nombreuses variations au sujet du degré d'ajustement qui existe entre le cycle de l'hôte et celui du parasite.

mentaire avaient des ailes du type normal au lieu d'être microptères. Il serait intéressant de faire des expériences méthodiques, en soumettant les élevages à des températures et à des états hygrométriques donnés dans des étuves appropriées. On fixerait ainsi d'une façon plus précise les conditions susceptibles de faire varier le cycle et de rompre la diapause dans les ooplaques de *Cacaecia*. A défaut, jusqu'à présent, de telles expériences, je rapporterai l'observation suivante qui suffit à montrer qu'en changeant les conditions du milieu on peut obtenir de très notables variations du cycle : Un ooplaque qui a été parasité le 16 juin par les ailés du *Trichogramma cacaeciae* et qui a été exposé jusqu'au 6 août aux fortes chaleurs qui ont caractérisé l'été de 1934, est descendu dans un sous-sol frais et faiblement éclairé ; il y séjourne du 6 août au milieu d'octobre et pendant toute cette période il est renfermé dans un tube où l'air est assez humide pour qu'une légère buée persiste sur les parois. Dans ces conditions, j'obtiens 23 ailés, dont 6 éclos dans la première quinzaine de septembre, 6 entre le 10 et le 23 septembre, 11 entre le 23 septembre et le milieu d'octobre. Vers la fin de l'hivernage, dans la deuxième quinzaine de février se produit une nouvelle éclosion comportant 5 microptères. Par contre d'autres tubes largement aérés et contenant des ooplaques conservés à l'abri de l'humidité, ne donnent pas d'ailés en automne et fournissent une éclosion normale de microptères au printemps de 1935.

[1] Si l'ooplaque ne se trouve pas au dehors sur un arbre vivant, la seule précaution à prendre pour en suivre la destination consiste, pendant la période chaude et sèche qui précède l'hiver, à maintenir dans l'atmosphère ambiante une très légère fraîcheur, en laissant par exemple la partie inférieure du rameau tremper dans l'eau et en abritant le tout dans un récipient recouvert de mousseline. Aux approches de l'hiver, l'eau est retirée et le rameau dans le vase qui le contient est mis en hivernage sous un abri du jardin. Si les ooplaques récoltés sur troncs ou grosses branches n'ont pour supports que des esquilles d'écorce, on peut les conserver en les humectant à quelques reprises dans le courant de la saison chaude ; les échecs pourtant peuvent être alors assez fréquents.

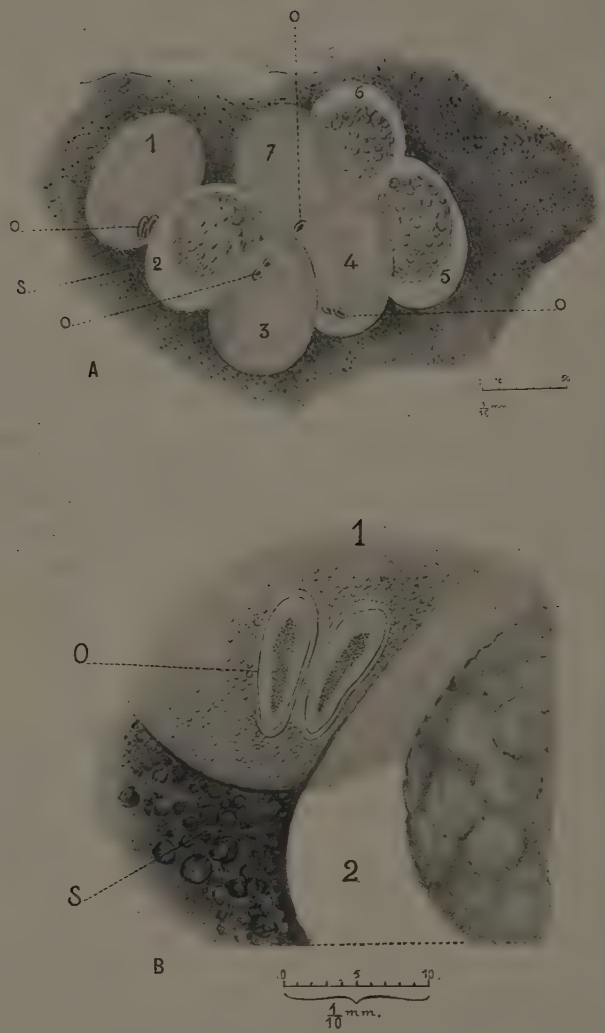


Fig. 7. — Petit ooplaque déposé, au début de juillet, sur lamelle de verre par un papillon de *Cacaecia rosana* et parasité, le lendemain, par un Trichogramme. Dessin fait huit jours après, en retournant la lamelle et en observant les œufs en goutte pendante. — A. Ensemble de l'ooplaque : *o*, œufs du Trichogramme; *s*, sécrétion englobant les œufs de *Cacaecia*. On remarquera la rétraction de la masse embryonnaire dans les œufs non parasités (2, 5, 6), ainsi que la désorganisation des tissus dans les œufs parasités (1, 3, 4, 7): quelques écailles du papillon ont été représentées à la partie supérieure de la figure. — B. Partie de l'ooplaque plus grossie, correspondant aux œufs de *Cacaecia* 1 et 2 et contenant 2 œufs (*o*) du parasite.

3. *Des deux générations de Trichogrammes qui se succèdent à l'intérieur des pontes de* Cacaecia, *seule la première dont l'évolution est synchronique de la diapause embryonnaire de l'hôte, passe elle-même par une période de diapause.*

Ainsi que nous l'avons vu, le cycle évolutif du Lépidoptère *Cacaecia rosana* est univoltin, tandis que celui de son parasite oophage est bivoltin, quelquefois trivoltin. Pendant que la première génération du parasite poursuit son développement de juillet à mars, l'œuf du papillon qui a été pondu au début de l'été commence son développement embryonnaire, puis, s'il n'a pas été parasité, entre dès la période estivale et pour toute la durée de la période hivernale, dans une phase de diapause. S'il est au contraire parasité, il est tué au moment de la piqûre de ponte ou peu de temps après, puis il se trouve progressivement détruit par le parasite qui évolue à son intérieur jusqu'à la phase larvaire ovoïde précédant le stade nymphal (fig. 8) et il prend une teinte noire foncée [1]. Le Trichogramme entre alors lui-même en diapause larvaire, d'une façon parallèle aux œufs de *Cacaecia* non parasités, avec cette différence que ces derniers sont en diapause embryonnaire, au lieu d'être en diapause larvaire. Il passe ainsi une grande partie de la période estivale et l'hiver tout entier, puis à la fin de l'hiver ou aux premiers jours du printemps, il se transforme en nymphe, puis en insecte parfait microptère [2]. Ainsi que nous l'avons vu les microptères qui éclosent à cette époque piquent alors, pour y déposer leurs propres germes, les œufs restant encore disponibles dans les ooplaques d'où ils viennent d'émerger ou utilisent à leur défaut les ooplaques du voisinage. Le développement de ces germes parasites va donc dès lors se poursuivre non plus dans des œufs de papillons piqués avant leur période de diapause, mais dans des œufs qui ont commencé à reprendre dès le printemps leur développement embryonnaire normal. Et l'on peut en même temps constater que les parasites qui se développent à leur intérieur évoluent d'une façon graduelle et continue en un temps beaucoup plus court que ceux de la génération précédente. C'est en effet à la fin de juin, ou au début de juillet, que se fera l'éclosion

Fig. 8. — Larve de *Trichogramma cacaeciae* pendant la période de diapause estivale (15 sep. 1925). Elle se trouve à cette époque dans les œufs noirs des ooplaques de *Cacaecia*. Par transparence, on distingue le sac gastrique et la corde nerveuse (Fig. demi-schématique).

[1] Pour l'étude du développement embryonnaire et larvaire des Trichogrammes voir : Silvestri (F.). Contribuzioni alla conoscenza biologica degli Imenotteri parassiti, II-IV, p. 72-82, 1908.

[2] De leur côté, mais avec un retard sur les Trichogrammes, les œufs non parasités sortent aussi de la période de diapause et achèvent leur développement embryonnaire arrêté depuis l'été dernier : puis les jeunes chenilles résultant de cette évolution, après avoir dévoré le reste du périvitellus, découpent dans la partie libre de la coque leur trou de sortie en croissant de lune et émergent à l'extérieur. Les diverses circonstances qui précèdent ou accompagnent

des ailés constituant cette génération, ce qui leur permettra de pondre dans les ooplaques nouvellement déposés à cette époque par les *Cacaecia*.

Nous pouvons donc d'ores et déjà avancer que le développement du parasite se trouve dans une large mesure réglé sur celui de son hôte et nous allons voir dans le chapitre qui suit le même phénomène se manifester dans des circonstances différentes et d'une façon beaucoup plus frappante encore.

Il importe toutefois de remarquer, dès maintenant, qu'il ne peut s'agir d'un phénomène d'induction cinétique de l'hôte sur le parasite; car celui-ci, ainsi que nous y reviendrons plus loin (p. 467), évolue dans des tissus déjà mortifiés.

Fig. 9. — A. Ooplaque de *Cacaecia rosana* (ponte déposée en juillet par un papillon sur la paroi d'un tube de verre) : les œufs noirs de la région centrale ont été parasités par *Trichogramma cacaeciae* et sont prêts à donner les éclosions posthivernales des microptères. (Photo 29 mars 1927. Gr. = 12.) — B. Ooplaque de *Cacaecia* ayant été parasité par les Trichogrammes et montrant les orifices d'éclosion de ces derniers.

Il ne peut, de toute évidence, s'agir que de l'influence similaire sur l'hôte et sur le parasite de la constitution physico-chimique de l'œuf de *Cacaecia* et des enveloppes qui l'entourent, ainsi que du rôle que jouent ces dernières dans l'établissement des échanges avec le milieu extérieur.

l'éclosion peuvent être facilement suivies au binoculaire. Les pontes déposées sur verre rendent certaines de ces observations plus aisées. Toutefois si les deux faces sont également éclairées et surtout si la face en contact avec le verre est plus éclairée que l'autre, les chenilles victimes de l'orientation que leur phototropisme leur imprime, meurent à l'intérieur des coques, sans arriver à se dégager au dehors.

4. *Variations du rythme évolutif du parasite en rapport avec la nature de l'hôte. Accélération du développement et du nombre des générations dans les œufs sans diapause.*

Au premier abord, il semble que le cycle de *Trichogramma cacaeciae*, tel que nous venons de le décrire, corresponde à un phénomène évolutif complètement fixé et qu'il présente un caractère biologique de même ordre que celui des générations alternantes des Cynipides, par exemple. Or il n'en est rien. A de très nombreuses reprises, j'ai pu expérimentalement faire pondre les femelles parthénogénétiques ailées de *T. cacaeciae* dans des pontes très différentes de celles de

Fig. 10. — Œuf de *Mamestra brassicae*. (Gr. = 75.)

Cacaecia rosana et en particulier dans celles de la Noctuelle du Chou (*Mamestra brassicae*) dont les embryons se développent en une vingtaine de jours, au lieu d'exiger neuf mois comme ceux de *Cacaecia*.

Le *Trichogramma cacaeciae* que, malgré de longues séries d'observations, je n'ai jamais obtenu dans la nature des œufs de *Mamestra*, s'accommode pourtant fort bien de ces derniers, et, ce qui est tout à fait remarquable, c'est que son développement s'accélère alors au point de fournir en une même année toute une suite de générations, sept à neuf par exemple, chacune ne demandant pas un mois pour évoluer. Cette série devient alors parallèle à celle que l'on peut obtenir en même temps avec le *Trichogramma evanescens* (forme foncée typique) qui est le parasite habituel des œufs de Mamestra.

On peut donc dire que le *T. cacaeciae* se comporte comme s'il réglait la vitesse de son évolution sur celle du développement embryonnaire de son hôte : il est à évolution lente (2 générations annuelles), lorsqu'il poursuit son cycle dans un hôte dont les œufs présentent une longue diapause. Il est à évolution rapide, lorsqu'il poursuit son cycle dans un hôte dont les œufs se développent en quelques jours.

Si l'on se trouve ainsi brusquement mis en présence d'un changement de rythme complet, les caractères morphologiques et physiologiques du *T. cacaeciae* n'en persistent pas moins identiques à eux-mêmes dans les œufs sans diapause et les multiples générations qui se succèdent au cours de l'été dans les œufs de *Mamestra* restent semblables à ceux des Trichogrammes ailés qui se sont développés dans les pontes des *Cacaecia*. Ils conservent, d'autre part, le même mode de reproduction par parthénogénèse thélytoque qui s'oppose à la reproduction bisexuée et à la parthénogénèse arrhénotoque du *T. evanescens* typique. Enfin, malgré une atténuation sensible, la tendance au microptérisme persiste pour la génération post-hivernale (voir p. 471 et 492).

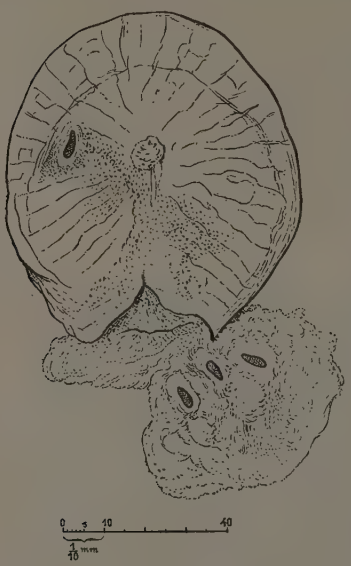


Fig. 11. — Œuf de *Mamestra brassicae* dans lequel un *Trichogramma cacaeciae* a pondu, après éclatement par compression. 4 œufs du parasite sont visibles sur la préparation. (Sept. 1927. — Fixation par le liquide de Brasil, hémalun, baume de Canada.)

On conçoit, d'après ce qui précède, que l'on peut expérimentalement faire varier le cycle annuel des générations, suivant l'ordre de succession que l'on adoptera pour offrir aux parasites soit des pontes de papillons à diapause, soit des pontes de papillons sans diapause. C'est ainsi que si, à partir de la génération ailée issue des microptères qui éclot en juin-juillet des pontes de *Cacaecia*, on donne exclusivement des pontes de *Mamestra* au parasite, on obtient avant l'hiver 5 ou 6 générations successives [1].

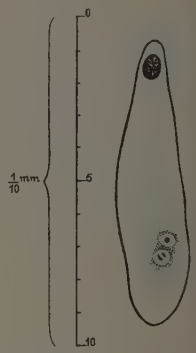


Fig. 12. — Œuf du *Trichogramma cacaeciae* après la ponte dans un œuf de *Mamestra brassicae*. Stade jeune (émission des globules polaires). [Liquide de Brasil, alcool à 70°, eau, hémalun. — Sept. 1927.]

En désignant par C les générations estivales développées en pontes de *Cacaecia*, par M les générations estivales développées en pontes de *Mamestra* et par C^h ou M^h les générations qui passent l'hiver dans l'une ou dans l'autre de ces deux catégories de pontes, nous aurons pour un cycle tel que celui qui vient d'être indiqué, la formule : $C^hCMMMMMM^h$.

[1] Le passage de l'hiver pour la dernière génération se fait en général assez difficilement dans les œufs de *Mamestra* ou autres œufs sans diapause : pourtant un petit nombre de parasites arrivent à hiverner ; ils éclosent au printemps et sont le plus souvent microptères, mais d'une façon moins constante que lorsque l'hivernation se fait dans les pontes de *Cacaecia* (Voir p. 471-472).

Le cycle initial qui se poursuit exclusivement en ponte de *Cacaecia* aura d'autre part pour formule : C^hCC^h. Pour obtenir une variation intermédiaire, il suffit d'intercaler expérimentalement une oviposition dans œufs sans diapause de *Mamestra* entre deux ovipositions dans œufs à diapause de *Cacaecia*. On obtient alors une génération d'ailés supplémentaire (rapidement développée dans les œufs de *Mamestra*) et la génération suivante estive et hiverne dans les œufs de *Cacaecia* pour n'apparaître qu'au printemps suivant sous la forme microptère. Le cycle annuel répond alors à la formule : C^hCMC^h. Le fait d'avoir donné une fois aux Trichogrammes des œufs de *Mamestra* a donc eu pour seule conséquence la formation d'une génération supplémentaire, après laquelle, grâce au retour évolutif du parasite dans les œufs de *Cacaecia*, nous voyons le cours habituel de l'estivation et de l'hivernation reprendre pour aboutir aux microptères posthivernaux [1].

On peut induire de ce qui précède, que dans la nature elle-même et suivant les localités ou les années, le rythme évolutif du *Trichogramma cacaeciae* peut subir des variations notables. Les générations estivales pourront par exemple se multiplier si dans le voisinage des pontes de *Cacaecia*, se trouvent des œufs d'insecte à évolution rapide et susceptibles d'assurer le développement du parasite.

A quelles causes doit-on rapporter les variations du rythme évolutif du parasite en rapport avec celui de l'hôte ?

Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, il est évident qu'il ne peut s'agir d'un phénomène d'induction mitogénétique exercée par les éléments de l'hôte sur ceux du parasite. Dans les conditions normales, l'œuf hôte est en effet tué d'une façon précoce par le parasite qui se développe à son intérieur. Howard et Fiske (1911, p. 258) ont d'ailleurs montré que les Trichogrammes peuvent pondre à l'intérieur d'œufs tués par un long séjour en glacière et qu'ils peuvent se développer à leur intérieur. Nos propres expériences, dont nous donnerons plus loin un compte rendu (page 483), nous ont aussi montré que l'on peut faire pondre les Trichogrammes dans des œufs qui ont été préalablement tués par une chaleur humide de 50° à 60° et, dans ce milieu mort, obtenir le développement complet du parasite. Il résulte de là que l'origine des variations cycliques que nous avons décrites ne peut être recherchée que dans la constitution physico-chimique

[1] Voici par exemple une observation concernant le cycle ainsi modifié : 4 pontes ou ooplaques de *Cacaecia rosana* naturellement parasitées par le *Trichogramma cacaeciae* sont recueillies sur Cognassier au début de juin 1927. Les Trichogrammes ailés éclosent le 29 juin. Ils sont mis en présence de 7 pontes fraîches de *Cacaecia* provenant d'une grande cage d'élevage et déposent leurs œufs dans ces nouvelles pontes pendant la période qui s'écoule du 29 juin au 8 juillet. Ces 7 pontes donnent les éclosions de microptères à la fin de mars 1928. Les microptères piquent à nouveau les pontes et les ailés sortent en juin. Jusqu'ici c'est donc le cycle normal tel que nous l'avons décrit au début pour *T. cacaecia*. C'est alors qu'à la fin de juin, des œufs de *Mamestra* sont donnés aux parasites ; ils pondent à l'intérieur de ces œufs et une génération supplémentaire d'ailés, (développée en œufs de *Mamestra*) apparaît du 11 au 14 juillet. Deux pontes fraîches de *Cacaecia* leur sont alors données et ils y déposent leurs œufs. L'éclosion de la génération suivante ne se produit dès lors qu'après l'hiver en avril 1929 et donne exclusivement des microptères.

de l'œuf de l'hôte, ou dans la nature de ses membranes enveloppantes qui les recouvrent. A ces éléments doit en effet revenir le rôle de régler les échanges (en particulier l'hydratation) dont dépendent les phénomènes rythmiques de l'évolution : échanges ayant lieu entre le milieu extérieur et les tissus embryonnaires de l'hôte dans le cas de l'œuf normal, entre le milieu extérieur et les tissus larvaires du Trichogramme dans le cas de l'œuf parasité. Peut-être l'intervention d'enzymes ou d'hormones serait-elle aussi à envisager. Les résultats obtenus dans le cas de l'expérience naturelle que l'on doit aux Trichogrammes eux-mêmes sont vraisemblablement à rapprocher de ceux qui ont été mentionnés par Epstein au sujet de la détermination du voltinisme chez le Bombyx du Mûrier[1]. Des expériences de transplantation des ovaires et de transfusion du sang faites par cet auteur, il résulterait que le voltinisme dépend des propriétés du sang de la pondeuse.

5. *Dispositions expérimentales adoptées pour réaliser les modalités cycliques précédemment décrites.*

En vue de suivre la succession des générations dans des pontes de papillons sans diapause et à évolution polyvoltine, il importe de disposer de ces pontes en quantité suffisante pour en fournir à toutes les générations qui apparaissent au cours des élevages. J'ai souvent pris comme matériel d'élevage la Noctuelle du Chou (*Mamestra brassicae*) dont les œufs sont fort bien acceptés par le *Trichogramma cacaeciae* et qui est commune dans les potagers et dans les champs où l'on cultive les choux et autres Crucifères. J'ai fait l'élevage de ce papillon, sur des choux en pots à fleurs, dans des cages à parois partiellement vitrées et partiellement garnies de mousseline, ce qui m'a permis d'obtenir en grand nombre les œufs de la Noctuelle dans des conditions permettant d'exclure l'attaque par des parasites étrangers. A défaut des œufs de *Mamestra*, je me suis servi d'autres œufs tels que ceux du papillon gris de la farine (*Ephestia Kühniella*) dont l'obtention est très aisée mais qui donnent des résultats moins complets et dont l'emploi entraîne en outre certaines complications[2]. En quelques occasions, d'autres espèces telles que *Pieris brassicae* (œufs groupés), *Mamestra oleracea* (œufs groupés), *Plusia gamma* (œufs isolés) m'ont aussi fourni un matériel approprié pour l'expérimentation.

Les pontes à diapause de *Cacaecia* étaient d'autre part obtenues en juillet dans de grandes cages d'élevage recouvrant en plein air des pommiers, de sorte qu'il était facile d'avoir en temps opportun le matériel utile pour faire passer les Trichogrammes de l'un à l'autre des deux régimes cycliques. — Ces cages établies

[1] Epstein (W.). — Zur Frage über die Determination des Voltinismus bei Seidenspinner (*Sericaria mori L.*). — (*Revue Zool. russe*, X, p. 77-89, 1930). — Analyse dans *L'Année Biologique*, XXXV, 2e partie, p. 177, 1931).

[2] Tamisage de la poudre de lycopode substituée à la farine pour faire pondre les *Ephestia*, groupement artificiel et fixation des œufs sur des lames de carton.

dans mon jardin d'Antony étaient les mêmes que celles qui m'avaient servi pour l'élevage et la dispersion de l'*Aphelinus mali*. L'une (fig. 13] était entièrement garnie de mousseline. L'autre était une sorte de serre largement aérée et dont les panneaux étaient alternativement les uns vitrés, les autres garnis de mousseline.

Fig. 13. — Grande cage permettant d'obtenir en captivité le vol et la ponte des *Cacaecia*.

6. *Le microptérisme et le dimorphisme saisonnier de* Trichogramma cacaeciae[1].

La régression alaire qui caractérise le microptérisme de la génération post-hivernale de *T. cacaeciae* se manifeste avec les caractères suivants :

L'aile antérieure est réduite à un minuscule moignon ayant l'aspect d'une sorte de tampon chiffonné et de teinte claire. L'aile postérieure est également réduite à un petit appendice plus ou moins replié sur lui-même (fig. 5, 14, 15). Si l'on traite l'insecte par la potasse chaude, ces ailes rudimentaires s'étalent et se déplissent et l'on peut, dans l'eau distillée, étudier leurs caractères structuraux : on constate alors que l'aile antérieure est fortement écourtée, tronquée et même légèrement échancrée à son extrémité libre (fig. 16). La frange marginale est interrompue à ce niveau. Les soies de la surface alaire sont moins nombreuses de plus de moitié et elles sont beaucoup moins régulièrement sériées.

[1] Les observations sur le microptérisme que nous rélatons dans ce chapitre concernent essentiellement le *T. cacaeciae*. Nous avons plus loin donné des indications complémentaires sur le même sujet à propos du *T. flavum* (p. 492) et du *T. evanescens* des Sialis (pœcilandrie, p. 501).

Tandis que chez la génération estivale (fig. 17), la majorité d'entre elles sont alignées en 8 rangées principales bien distinctes suivant la disposition typique

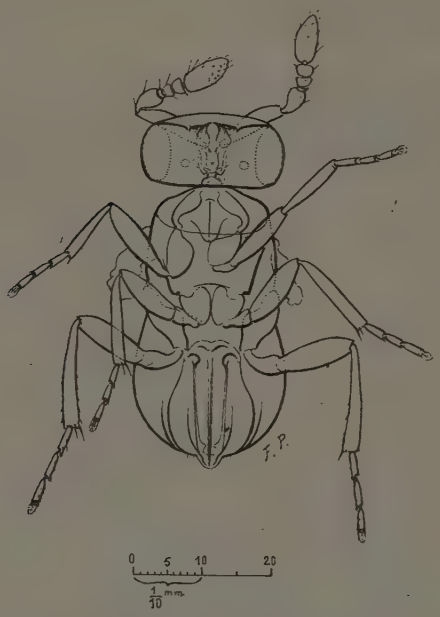


Fig. 14. — Microptère (génération posthivernale du *Trichogramma cacaeciae* (face ventrale).

du genre *Trichogramma*, ces rangées réduites à un petit nombre d'éléments sont beaucoup plus confuses et partiellement fusionnées chez les microptères.

Fig. 15. — Ailes d'un microptère (génération posthivernale) de *Trichogramma cacaeciae*, dans les conditions naturelles.

L'aile postérieure présente des caractères de régression de même ordre, mais moins marqués. La comparaison des figures 16 et 17 permettra aisément de

se rendre compte des différences existant entre les ailes antérieures des deux générations annuelles qui évoluent dans les pontes de *Cacaecia*. Elles sont si frappantes que si l'on ne savait que les deux formes font partie du même cycle, on pourrait être conduit à les considérer comme appartenant à des genres différents.

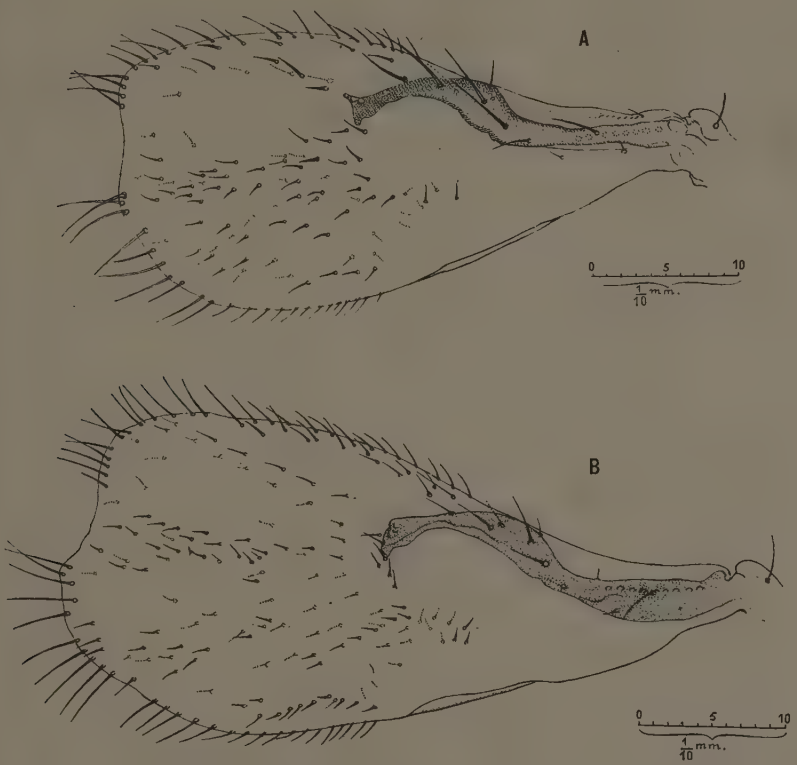


Fig. 16. — Aile antérieure des microptères (génération posthivernale) du *Trichogramma cacaeciae* après traitement par la potasse.

A et B. Ailes de deux individus différents (côté gauche).

Dans une note antérieure (1931), j'avais déjà attiré l'attention sur le fait suivant :

Si, au lieu de se poursuivre suivant le rythme bivoltin dans une ponte de *Cacaecia* avec diapause estivo-hivernale, le cycle de *T. cacaeciae* se poursuit en générations multiples dans des pontes sans diapause, toutes les générations sont normalement ailées pendant la saison chaude et c'est seulement dans la génération posthivernale soumise aux froids de l'hiver pendant son développement que se manifeste en mars-avril la tendance au microptérisme. Ce microptérisme n'est donc pas lié à un phénomène d'hérédité cyclique; il est au contraire étroitement dépendant des conditions du milieu.

Il est à remarquer que lorsqu'on augmente ainsi expérimentalement le nombre des générations annuelles en faisant pondre le *T. cacaeciae* dans des pontes de Lépidoptères sans diapause, la tendance au microptérisme posthivernal se réalise avec irrégularité et d'une façon moins générale et moins complète que lorsque l'évolution s'est effectuée dans des pontes de *Cacaecia*.

Les faits précédents impliquent que le froid a une action déterminante sur le microptérisme, mais qu'il n'est pas le seul facteur en cause[1].

Si le microptérisme ne se manifeste que dans la génération posthivernale de *T. cacaeciae* et s'il ne trouve alors sa complète expression que lorsque ce parasite a subi une évolution retardée dans un œuf de papillon à diapause prolongée, il faut en conclure que pour déterminer la régression régulière et générale des ailes dans la génération posthivernale, des facteurs complémentaires interviennent dans les œufs à longue diapause (œufs de *Cacaecia*) et que ces facteurs ralentisseurs du métabolisme s'ajoutent à ceux d'une hivernation simple, telle que celle que l'on observe dans les œufs de papillons sans diapause. Ces facteurs chimiques ou physiques sont inhérents à l'œuf de l'hôte : ils sont vraisemblablement les mêmes que ceux auxquels est liée la diapause de ce dernier.

Il nous reste maintenant à rendre compte de l'inégalité de développement des ailes chez les individus posthivernaux, lorsqu'ils ont passé l'arrière-saison et l'hiver dans des œufs de Lépidoptères sans diapause estivo-hivernale (œufs de Noctuelles, etc.). Pourquoi, faisant partie d'une même génération et d'un même lot et d'une même lignée uniparentale, sont-ils les uns franchement microptères, les autres avec des ailes de longueurs variables ?[2]. C'est évidemment qu'à l'action du froid se superposent d'autres conditions variables pour les divers individus : elles interviennent dans un sens ou dans l'autre pour modifier la tendance au microptérisme. Tout d'abord, le stade de développement auquel se trouve le Trichogramme lorsque s'exerce l'action du froid ne peut manquer d'avoir une influence importante à cet égard : l'arrêt du développement des ailes pourra par exemple se produire d'une façon plus ou moins marquée, suivant que leurs disques imaginaux seront parvenus à un stade plus ou moins évolué avant les froids de l'hiver. Nous verrons à propos du *Trichogramma flavum* des cas qui se montrent suggestifs à cet égard (voir notamment le tableau de la page 493). Toutefois l'action du froid s'exerçant à un stade déterminé du développement ne nous donne pas encore une explication suffisante de toutes les modalités qui peuvent se présenter et il ne paraît pas douteux que l'influence de la quantité de nourriture en se joignant à celle de l'hivernation doit, pour rendre compte des variations observées, intervenir dans une large mesure. Si l'on élève en effet le *Trichogramma cacaeciae* ou le *T. flavum* dans des œufs de papillons sans diapause, on constate que, pour les générations estivales, il est possible de pousser

[1] Le rôle du froid dans la production de l'aptérisme ou du microptérisme chez les insectes a été expérimentalement étudié par J. Dewitz (*Archiv. Anat. und Physiol.* p. 61-67, 1902. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, vol. 154, p. 386, 1912. — *Zool. Jahrbuch*, vol. 37, p. 305-312, 1919).

[2] Voir pour plus de précision, page 493.

très loin l'amoindrissement de la ration alimentaire sans observer de retentissement sur les ailes, la taille de l'insecte se trouvant seule affectée par la pénurie du régime. Par contre, pour la génération posthivernale, les microptères dominent dans les lots où les Trichogrammes sont de très petite taille, c'est-à-dire dans ceux où la nourriture a été raréfiée, soit par suite de cohabitation de plusieurs parasites dans un même œuf de papillon, soit pour toute autre cause [1].

L'action du froid et celle de l'insuffisance alimentaire peuvent d'ailleurs être considérées comme se confondant en se traduisant l'une et l'autre par un métabolisme incomplet ou ralenti. De telles données sont en concordance avec celles qui ont été notées par Webster et Reeve [2] chez les Chalcidiens phytophages du

Fig. 17. — Aile antérieure de la génération estivale du *Trichogramma cacaeciae*.

genre *Isosoma* ainsi que par F. Picard [3] chez le *Sycosoter Lavagnei*, Braconide parasite de l'Hypobore du Figuier. Chez cette espèce, on peut admettre, ainsi que le constate Picard, que tout facteur défavorable au développement retentit sur les disques alaires, tandis que les facteurs favorables (température optima, nourriture abondante, etc.) permettent aux ailes de prendre les dimensions et les caractères de leur complète évolution [1].

Dans le cas qui nous occupe, une telle conclusion s'impose d'une façon particulièrement frappante, en raison de la série d'expériences naturelles que réalise sous nos yeux le *Trichogramma cacaeciae* pondant dans des milieux qui placent sa progéniture dans des conditions de développement différentes. On pourrait

[1] P. Marchal (*C. R. Ac. Sc.*, p. 317, 1931).
[2] *Bull. Biol*, 1918.
[3] *Annales des Epiphyties*, année 1918 (1919).

[1] D'après Picard, pour le *Sycosoter Lavagnei*, le nombre des individus ailés croit avec la chaleur, tandis que celui des aptères, nul en plein été, augmente à mesure que s'abaisse la température. *Hormolyta grandis* fournit un exemple analogue.

dire en quelque sorte que la génération posthivernale de *T. cacaeciae*, qui évolue dans les ooplaques de *Cacaecia*, est formée d'individus aberrants produits au cours d'une expérience naturelle.

Si l'influence prépondérante du milieu et des causes actuelles s'affirme ainsi dans la marche des phénomènes d'une façon manifeste, il ne faudrait pas en conclure pourtant que le rôle des facteurs génétiques soit nul au point de vue de la régression alaire dans la génération hivernale de *T. cacaeciae*. Car toutes choses paraissant égales d'ailleurs (hivernation en œufs de *Mamestra*), nous voyons pour le *Trichogramma evanescens* typique [1] une tendance beaucoup moins marquée au microptérisme saisonnier que celle que nous avons rencontrée chez *T. cacaeciae*.

On peut, en fin de compte, dire que chez ce dernier, ce qui est transmis par hérédité, ce n'est pas le caractère d'une régression alaire apparaissant dans une génération du cycle annuel, mais la propriété que présente l'organisme de ce biotype de répondre par un arrêt de développement de l'aile à l'action de la période froide combinée à divers facteurs ralentisseurs de la nutrition. Il est possible, bien que non démontré, que cette propriété soit en rapport avec le type de développement parthénogénétique. Dans un cas de parthénogénèse thélytoque, comme celui de *T. cacaeciae*, nous voyons, en effet, le microptérisme se manifester chez les femelles. Par contre, nous verrons plus loin chez des biotypes à parthénogénèse arrhénotoque (*T. evanescens* des Sialis) le microptérisme se manifester presque exclusivement chez les mâles.

Dans la série des cas de microptérisme allant depuis la variabilité en dépendance étroite du milieu jusqu'au dimorphisme ou au polymorphisme héréditaire, celui de *T. cacaeciae* se classe parmi ceux où l'influence du milieu joue le rôle le plus grand; il se place donc à l'extrémité opposée de celle où se rangent, suivant les travaux de Picard, les cas à caractères héréditaires dominants tels que celui du Cynips des galles en pomme du Chêne (*Biorhiza pallida*) [2].

Il est remarquable que chez un type très voisin des Trichogrammes, la *Prestwichia aquatica*, on observe un aptérisme constant chez les mâles et un dimorphisme alaire des femelles qui offrent un type brachyptère et un type macroptère. Or d'après Rimsky-Korsakov [3], il s'agirait dans ce cas de deux races héréditaires.

On peut encore rappeler ici le cas curieux de *Melittobia chalybii* étudié par Rudolph G. Schmieder [4]. Cet auteur a signalé qu'il existait chez cette espèce deux catégories de femelles, les unes typiques à ailes normalement développées et à abdomen cylindrique, les autres aberrantes à ailes rudimentaires et à abdomen bulleux; or le déterminisme de la production de ces deux formes réside dans une question de milieu alimentaire; elles peuvent en effet être engendrées par une même mère; mais tandis que les individus de la deuxième forme

[1] Il n'est ici question que des souches que nous avons étudiées et vivant aux environs de Paris, aux dépens des œufs des Lépidoptères du Chou.

[2] F. Picard. — Recherches biologiques sur un Cynipide, *Biorhiza pallida* Ol. (*Bull. biologique de France et Belgique*, LXV, p. 82-93, 1931). — Voir aussi les mémoires du même auteur sur *Sycosoter Lavagnei* et sur *Melittobia acasta* (*ibidem*, LI, 1918 et LVII, 1923).

[3] Abderhalden. — Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden, IX, Teil 7, p. 252.

[4] The polymorphic forms of *Melittobia chalybii* Ashmead and the determining factors involved in their production. (*Biol. Bull.* LXV, p. 338-354, 1933).

(aberrante) proviennent des premiers œufs pondus dans un hôte donné, les individus de la première forme (typique)proviennent de tous les autres œufs pondus ensuite dans le même hôte ; or la nature physico-chimique de cet hôte s'est modifiée avec le temps au cours de la ponte du parasite et c'est à ce changement survenu dans la nature du milieu où évolue le parasite, que l'auteur, en se basant sur une série d'expériences paraissant probantes, attribue le dimorphisme des femelles de *Melittobia chalybii*. Dans le même ordre d'idées Schmieder rappelle mes observations de 1927 sur le *Trichogramma cacaeciae* et fait un rapprochement intéressant entre le dimorphisme du sexe femelle que l'on peut constater chez les Chalcidides et le dimorphisme ou le polymorphisme des Hyménoptères sociaux.

Après ce rappel de faits connexes de ceux que nous avons étudiés, revenons maintenant à l'étude de notre *Trichogramma cacaeciae*. Certes, le contraste qui existe entre les ailes largement développées de la génération estivale et les moignons alaires de la génération posthivernale constitue l'élément le plus frappant du dimorphisme saisonnier de *T. cacaeciae;* mais il n'est pas le seul. Je ne ferai que signaler la forme plus bulleuse de l'abdomen dans la génération des microptères, ainsi que le déclenchement de la ponte aussitôt après l'éclosion chez ces derniers, ce qui paraît impliquer une maturation des œufs plus précoce chez les microptères que chez les ailés. Je rappellerai encore la longévité et la fécondité plus grandes des seconds que des premiers. Mais j'insisterai surtout sur les caractères différentiels de la coloration des deux formes.

La coloration est, en effet, notablement plus foncée dans la génération hivernale que dans les générations estivales et sous l'influence du froid de l'hiver elle devient d'un brun verdâtre et tend à se rapprocher de celle du *T. evanescens*. Seule la face reste plus claire, d'un jaune grisâtre, les yeux conservant toujours leur coloration rouge.

Les faits concernant les variations saisonnières de pigmentation du *T. cacaeciae* s'accordent bien d'ailleurs avec les résultats des recherches expérimentales de Flanders (1930-1931), qui a très nettement montré que les diverses races de *Trichogramma minutum* réagissent inégalement à la température au point de vue de leur pigmentation. A une même température, on constate que les différentes races se distinguent par leur coloration ; mais pour des individus d'une même race soumis à des températures différentes, on observe des teintes de plus en plus claires, à mesure que la température s'élève : on voit ainsi la coloration passer du brun au jaune citron avec des teintes orangées comme intermédiaires.

L'action de la chaleur se traduisant par une dépigmentation générale des téguments a d'autre part, depuis longtemps déjà, été bien établie par Genieys pour un Hyménoptère parasite Braconide, l'*Habrobracon brevicornis*[1].

La coexistence de l'aptérisme et de la dépigmentation chez beaucoup d'espèces qui vivent et évoluent dans des stations à climat froid, paraît au premier abord en opposition avec les faits précédents. Et pourtant, on peut très bien admettre que les biotypes à faible pigmentation aient un métabolisme tel que sous l'in-

[1] *C. R. Soc. Biologie,* LXXXVI, p. 767, 1922.

fluence du froid ils manifestent une tendance à l'aptérisme — ce qui, d'ailleurs, n'empêchera nullement que chez ces mêmes biotypes, les individus des générations se succédant au cours de l'année pourront présenter une pigmentation d'autant plus marquée que les températures qu'ils auront eu à subir auront été plus basses. Ce qui se passe pour le *Trichogramma cacaeciae* — biotype à pigmentation faible par rapport au *T. evanescens*, mais prenant sous l'influence hivernale une teinte plus foncée accompagnée d'aptérisme — nous donne précisément un exemple d'un processus évolutif semblable.

7. *La Spanandrie de* Trichogramma cacaeciae [1].

Le *Trichogramma cacaeciae*, tout au moins sous le climat parisien, présente une extrême tendance à la parthénogénèse thélytoque et les mâles ne se montrent que sporadiquement et d'une façon exceptionnelle [2]. C'est ainsi que, au cours de mes nombreux élevages faits à Antony pendant 6 années (1925-1930; 1934-1935), je n'ai rencontré que 2 mâles qui apparurent dans les circonstances suivantes :

Il s'agissait d'une souche ayant pour origine 4 pontes de *Cacaecia* récoltées au dehors sur Cognassier au début de juin 1927 et qui, élevée dans d'autres pontes de *Cacaecia*, ne donna que des femelles pour la génération des ailés (juillet 1927) et pour la génération suivante formée des microptères (fin mars 1928). Les deux mâles apparurent parmi les nombreuses femelles de la génération ailée qui succéda à cette dernière (fin juin 1928). Leur apparition présentait donc nettement un caractère sporadique et se manifestait dans des conditions telles que l'on doit considérer comme écartée l'interprétation consistant à admettre la juxtaposition de deux races, l'une parthénogénétique, l'autre bisexuée. On pourrait pourtant se demander si, suivant les climats ou les localités, des variations ne seraient pas possibles à cet égard. — Voici, par exemple, une observation qui pourrait d'abord paraître à l'appui d'une telle conception.

Entre le 15 et le 20 septembre 1926, je récolte à Evaux (Creuse) sur des troncs de Cognassier et dans des conditions entièrement comparables à celles de ma station d'Antony, des pontes de *Cacaecia rosana*, dont la plupart sont indemnes, mais dont quelques-unes sont parasitées par les Trichogrammes. L'une de ces dernières, mise en observation, donne pour la génération posthivernale, le 28 mars 1927, 3 microptères dont 2 ♀ et 1 ♂. Les femelles — sans doute après

[1] Je rappelle que j'ai en 1911 désigné sous le nom de spanandrie le phénomène de la disparition du sexe mâle ou son extrême rareté dans une génération qui est spécialisée pour la reproduction bisexuée et qui succède à un cycle régulier de générations agames, comme cela se présente chez certains Aphides du genre *Chermes* (*C. R. Ac. Sc.*, Paris, CLIII, p. 29, 1911). Depuis, le sens du mot spanandrie a été étendu par Vandel à tous les cas d'apparition exceptionnelle des mâles dans des lignées se reproduisant par parthénogénèse (1922). C'est dans ce sens élargi que nous employons ici cette désignation.

[2] Voir à cet égard mes notes antérieures (*C. R. Ac. Sc.* 1927 et 1930).

avoir été fécondées, mais dont une surveillance insuffisante ne me permit pas toutefois de constater les accouplements, — pondent dans les œufs périphériques du même ooplaque et, le 10 mai[1] apparaît la 2e génération annuelle, qui — chose remarquable pour une forme habituellement thélytoque — ne comporte que des mâles au nombre de 5, dont 4 à grandes ailes et 1 avorton à ailes presque nulles mais à grandes antennes caractéristiques du sexe mâle.

Au premier abord, le cas particulier dont il s'agit pourrait s'interpréter en admettant l'existence locale d'une race bisexuée ou à parthénogénèse thélytoque facultative avec détermination mâle pour tout ou partie des œufs fécondés. A Evaux, les mâles trouveraient-ils donc des femelles susceptibles d'être efficacement fécondées, tandis que dans la région parisienne il s'agirait d'une race thélytoque à parthénogénèse constante, le phénomène se déroulant dès lors suivant l'ordre de la parthénogénèse géographique de Vandel (1927-1928) ou suivant le mode décrit par Mathias Thomsen (1927) pour le *Lecanium hesperidum* et Cochenilles diverses[2] ?

La preuve m'a été donnée qu'il n'en est pas ainsi, au moins d'une façon constante et générale. Intentionnellement, je suis en effet retourné à Evaux en septembre 1928 pour y faire de nouvelles récoltes dans la station particulièrement favorable que j'avais visitée en 1926 et j'en ai rapporté des pontes parasitées de *Cacaecia*, qui, cette fois, me donnèrent exclusivement des *Trichogramma cacaeciae* femelles, aussi bien pour la génération microptère posthivernale (début d'avril) que pour la génération suivante (estivale et ailée). Leurs caractères morphologiques répondaient d'ailleurs complètement à ceux de la race d'Antony, de telle sorte que, dans les deux localités, je me trouvais certainement cette fois en présence de biotypes identiques et se reproduisant suivant un même mode de parthénogénèse thélytoque : dans l'une et l'autre des deux stations les mâles n'apparaissent que d'une façon sporadique, mais avec des variations de fréquence dépendant sans doute des lignées.

Plus loin (p. 493), au cours d'un chapitre réservé à l'étude d'une autre souche d'Evaux que, en raison de sa coloration, j'ai désignée sous le nom de *Trichogramma flavum* et qui n'est en somme qu'une variété de *T. cacaeciae*, nous verrons le caractère accidentel des mâles se manifester d'une façon particulièrement nette, en raison du fait qu'ils sont apparus au cours d'une longue lignée uniparentale ou clone et que, malgré des accouplements d'apparence normale, ils n'exercèrent aucune influence sur la descendance des femelles qui s'étaient accouplées, cette descendance restant elle-même exclusivement femelle. Ces mâles exceptionnels, aussi bien ceux du *T. flavum* que ceux du *T. cacaeciae* typique, sont d'ailleurs de structure normale et ne présentent pas de caractères de gynandromorphisme ou d'intersexualité. Nous verrons plus loin (p. 521) que non seulement ils peuvent

[1] Cette date précoce peut s'expliquer par la chaleur de la pièce ensoleillée où se faisaient les observations, peut-être aussi par un développement plus rapide des mâles.

[2] Voir notamment : A. Vandel. La Parthénogénèse (*Encyclopédie Scientifique*, Bibliothèque de Biologie générale, p. 174-200 et p. 152, 154, 1930).

s'accoupler avec les femelles de leur espèce, mais encore avec celles du *Trichogramma evanescens* et que dans ce cas la descendance reste également sans modification, étant toujours femelle et à caractères exclusivement maternels, ce qui implique l'amixie.

8. *Comportement du* Trichogramma cacaeciae *en présence de pontes de Lépidoptères d'espèces différentes.*

Il est remarquable que le *T. cacaeciae,* qui dans la nature évolue dans les pontes de *Cacaecia rosana* [1], puisse dans les conditions expérimentales, se trouver fortement retenu par les œufs de diverses Noctuelles, telles que *Mamestra brassicae, Mamestra oleracea,* dont l'aspect est totalement différent : ainsi que nous l'avons vu il pond dans ces œufs de Noctuelles et y poursuit parfaitement tout son développement. Il résulte de là que l'isolement dans lequel se maintient ce type biologique tient moins à des qualités d'attraction spéciales émanant des pontes qu'il est susceptible de parasiter, qu'aux conditions particulières des stations qu'il fréquente, ainsi qu'à son faible pouvoir de dispersion. Si nous rencontrons dans la nature les pontes de *Mamestra brassicae* parasitées par *T. evanescens* à l'exclusion de *T. cacaeciae,* nous rapporterons ce fait à ce que les pontes de *M. brassicae* se trouvent dans des conditions de milieu ne convenant pas au *T. cacaeciae* ou difficilement accessibles à ses pérégrinations et certainement très différentes de celles des stations boisées ou à végétation frutescente dans lesquelles on rencontre les pontes de *Cacaecia* et leurs parasites.

Il ne découle pas de ce qui précède que toutes les pontes d'Insectes ou même de Lépidoptères exercent une attirance égale sur le *Trichogramma cacaeciae.* Suivant la nature spécifique de l'hôte on peut observer à cet égard des degrés fort divers. A titre d'exemples, voici quelques observations qui permettent d'apprécier les modalités de comportement qu'offre le parasite en cause, suivant qu'on le met en présence d'œufs de *Cacaecia* fraîchement pondus [2] ou d'œufs venant d'être déposés par d'autres Lépidoptères.

Observation a. — Le 18 juin 1927 sont éclos dans un tube d'élevage de nombreux Trichogrammes de la variété *Cacaeciae flavum* [3]. Ils appartiennent à une génération élevée au laboratoire en œufs de *Mamestra brassicae.* Le 20 juin j'introduis dans le tube un amas d'œufs fraîchement pondus par cette Noctuelle, qui vient d'être recueilli dans une de mes cages d'élevage. Peu de temps après quatre Trichogrammes se sont installés sur cet amas. Le 21 juin, au moment où je passe en revue la série des élevages, vers 13 heures, je vois sur les

[1] Très probablement aussi dans d'autres ayant un habitat semblable.

[2] Pour les observations portant sur les œufs de *Cacaecia* en diapause, voir p. 481.

[3] Cette variété dont nous retracerons plus loin l'histoire est si voisine morphologiquement et biologiquement du *T. cacaeciae* typique que l'on peut, dans le cas présent, prendre indifféremment l'une ou l'autre de ces deux formes comme matériel d'étude. Au point de vue de la portée du fait biologique qui est en cause, peu importe d'ailleurs qu'il s'agisse d'une race ou d'une autre.

œufs de la Noctuelle une dizaine de Trichogrammes activement occupés à y déposer leurs germes. Le lendemain matin la ponte des parasites a repris, non moins active. J'introduis alors dans le tube la première ponte (ooplaque) de *Cacaecia* que j'ai pu recueillir en 1927 sur les pommiers de ma grande cage d'élevage où depuis quelques jours s'effectue le vol des papillons. Quelques instants après l'introduction de l'ooplaque une concentration de Trichogrammes se fait à sa surface. J'en compte de 7 à 10, tandis qu'il n'en reste plus que 2 ou 3 sur la ponte de *Mamestra*. Pendant l'après-midi, je vois toujours un fort rassemblement sur la ponte de *Cacaecia*, tandis que 2 ou 3 seulement se maintiennent sur la ponte de *Mamestra* dont la surface est pourtant de plus du double de la première et qui est dans les mêmes conditions au point de vue de l'orientation lumineuse.

Cette observation met en évidence le fait d'une préférence marquée du Trichogramme pour les œufs de *Cacaecia* fraîchement pondus par le papillon. Elle montre en outre que le fait d'avoir préalablement pondu dans les œufs de *Mamestra* n'a pas créé pour le parasite une désaffection individuelle pour les œufs de *Cacaecia*.

Observation b. — Le 7 juillet 1927 des *Trichogramma cacaeciae* [1] qui viennent d'éclore dans un tube d'élevage sont mis en présence d'une petite ponte de *Cacaecia* qui ne comporte que 5 œufs déposés en captivité sur carton; en même temps sont introduits dans le même tube des œufs d'*Ephestia* de pontes récentes préalablement groupés et collés les uns sur carton, les autres sur mousseline [2]. Les œufs de *Cacaecia* se montrent aussitôt doués d'un grand pouvoir d'attraction et surtout de rétention, tandis que ceux d'*Ephestia* restent déserts. Je retire alors les œufs de *Cacaecia* après avoir refoulé dans le tube les Trichogrammes qui se tenaient à leur surface. Les parasites se trouvent dès lors seulement en présence des œufs d'*Ephestia* : ils les traversent au hasard de leurs courses, mais sans s'y arrêter le moindrement. Le lendemain, je glisse une nouvelle ponte de *Cacaecia* formée encore de quelques œufs. Les Trichogrammes ne tardent pas à se porter sur elle pour y accomplir leur manœuvre.

Observation c. — Le 12 juillet 1927, des *Trichogramma cacaeciae* de même origine que les précédents et élevés dans des conditions semblables sont en pleine activité dans un de mes tubes d'élevage; dans ce dernier, j'introduis alors à la fois une centaine d'œufs d'*Ephestia* fixés sur un carton les uns contre les autres et une ponte minuscule formée de deux œufs de *Cacaecia* également sur carton. Dès le début et d'une façon manifeste les Trichogrammes témoignent d'un intérêt beaucoup plus marqué pour la petite ponte de *Cacaecia* que pour tous les œufs d'*Ephestia* groupés sur une surface plus grande; les deux œufs de *Cacaecia* sont intensément piqués; en revanche les Trichogrammes passent et repassent sur les œufs d'*Ephestia* sans s'y arrêter. Après midi pourtant quelques-uns se mettent à pondre dans ces derniers dont un certain nombre deviennent effectivement parasités.

Observation d. — Elle porte sur des *Trichogramma cacaeciae* éclos directement de deux pontes de *Cacaecia* recueillies le 19 juin 1936. L'éclosion a eu lieu dans un tube le 24 et le 25 juin. — Le 25 juin, vers 15 heures (tempér. : 25° C.), je donne aux parasites simultanément une ponte fraîche (vert malachite) de *Cacaecia* sur esquille d'écorce qui vient d'être récoltée au dehors et une ponte de *Mamestra brassicae* de 25 œufs; cette dernière est sur une parcelle de feuille de chou qui elle-même est fixée sur l'écorce de l'ooplaque de *Cacaecia*. Peu de temps après un Trichogramme se fixe et s'installe sur l'ooplaque; il est bientôt accompagné

[1] Souche provenant des pontes de *Cacaecia rosana* sur Cognassiers et Pommiers à Antony. Les deux premières générations annuelles avaient été élevées en pontes de *Cacaecia*. Les individus mis en expérience faisaient partie de la troisième génération annuelle qui avait été élevée en pontes de *Mamestra brassicae*.

[2] Le collage des œufs avec de l'eau légèrement miellée ou albuminée n'occasionne aucun trouble dans les observations.

de deux, puis de quatre. Entre 16 et 17 heures, c'est un groupe de 6 à 9 qui occupe la ponte de *Cacaecia*. A aucun moment, même en orientant les parasites de façon à les faire passer sur la ponte de *Mamestra*, il n'y en a qui se fixent sur cette dernière. Je retire alors du tube l'esquille portant l'ooplaque et remets seulement dans le tube la ponte de *Mamestra;* au bout d'une dizaine de minutes, j'arrive alors à fixer sur elle l'un des parasites qui s'installe et pond jusque vers 18 heures. Dans la soirée et le lendemain je vois encore un ou deux Trichogrammes se porter sur les œufs de la Noctuelle et les parasiter.

Cette observation montre bien que lorsque l'on a affaire à des *T. cacaeciae* provenant directement de souche naturelle, on peut constater une préférence très marquée pour les ooplaques de *Cacaecia*, les œufs de *Mamestra* n'étant acceptés qu'à défaut des premiers.

Voici maintenant des observations au cours desquelles il n'est pas donné au *T. cacaeciae* de choisir entre des ooplaques de *Cacaecia* fraîchement pondus et des pontes d'autres Lépidoptères, mais où ils ont seulement le choix entre des pontes de *Mamestra*, de *Pieris* et d'*Ephestia*.

Observation e. — Le 4 octobre 1927, dans un tube d'élevage où une nombreuse troupe de *T. cacaeciae* est éclose (4e génération en pontes de *Mamestra*), j'introduis une ponte de *Mamestra brassicae*. Quelques minutes après six sont à leur travail de ponte dans les œufs de la Noctuelle. Deux heures après une quinzaine se trouvent groupés à sa surface et lardent activement les œufs de leur tarière. Le contraste est frappant avec le comportement des Trichogrammes d'une série semblable de même provenance qui, dans un autre tube ont été en même temps mis en présence d'une ponte de *Pieris brassicae* : les parasites, pourtant très nombreux, ne font aucune attention à cette ponte introduite, comme dans le cas précédent, au début de l'après-midi; deux heures après, leur indifférence ne s'est pas modifiée; j'introduis alors, à côté de la ponte de Piéride, une petite ponte de *Mamestra brassicae*; au bout de quelques instants, un rassemblement dense de Trichogrammes s'est formé sur les œufs, tandis que la ponte de Piéride reste déserte.

Observation f. — Cette observation commencée le 12 octobre 1927 porte sur une quinzaine de *T. cacaeciae* d'origine semblable à celle des précédents (série élevée depuis 4 générations en pontes de *Mamestra brassicae*); le 12 octobre, je donne à ces Trichogrammes une grande agglomération d'œufs d'*Ephestia* artificiellement collés sur une parcelle de feuille de chou, l'ensemble constituant une masse ovalaire ayant les dimensions d'une grande ponte de *Cacaecia*. Impossible néanmoins, ni le 12, ni le 13, de faire arrêter les Trichogrammes sur ces œufs d'*Ephestia*. J'introduis alors une ponte de *Mamestra brassicae*; en quelques instants, quatre se fixent sur cette ponte et se mettent activement à y déposer leurs œufs. Au bout d'un quart d'heure, jugeant les parasites bien entraînés, je retire la ponte de *Mamestra* et je les oriente vers les œufs d'*Ephestia*[1]. Ils les parcourent cette fois rapidement en les palpant, y reviennent même après les avoir quittés, mais ne se fixent pas à leur niveau, comme ils l'avaient fait aussitôt pour les œufs de *Mamestra*. Leur allure a manifestement changé depuis l'épreuve immédiatement antérieure et il est aisé de voir que, en comparaison de la ponte de *Mamestra*, celle d'*Ephestia* n'est pas à leur convenance. Aucun de ces œufs d'*Ephestia* n'est d'ailleurs parasité, malgré leur long séjour en présence des Trichogrammes. Les œufs de *Mamestra* le sont par contre abondamment.

De nombreuses observations de même ordre que les précédentes pourraient être rapportées aussi bien pour le *T. cacaeciae* typique que pour sa variété *flavum*.

[1] Il est facile d'orienter les Trichogrammes vers un point donné en changeant la direction ou l'inclinaison du tube qui les contient par rapport à l'incidence de la lumière.

Nous avons par exemple noté le refus habituel de ponte du *T. cacaeciae* dans les œufs de *Galleria melonella*. Les œufs de *Spilosoma* ne lui conviennent guère. Il accueille par contre les œufs de *Mamestra oleracea* aussi bien que ceux de *M. brassicae*. Il ne se refuse pas à pondre dans certains œufs isolés tels que ceux de *Plusia gamma* et il y poursuit facilement son développement.

Au cours d'observations de l'ordre de celles qui viennent d'être résumées, on doit se garder de rapporter à des qualités attractives spéciales aux œufs mis en expérience, des différences de comportement qui peuvent, dans certains cas, tenir à la diversité des états physiologiques des Trichogrammes observés. Des insectes insuffisamment alimentés, ou ayant évacué sans interruption une longue série d'œufs peuvent en effet subir un temps d'arrêt dans leur activité et refuser de pondre dans les œufs les mieux faits pour leur convenir. Dans les expériences qui précèdent nous n'avons donc jamais négligé d'alimenter les insectes avec de l'eau miellée; de plus ainsi que nous l'avons vu, nous les avons soumis à des épreuves d'élection portant simultanément ou d'une façon alternée sur des pontes de nature différente; enfin nous avons opéré sur des lots de Trichogrammes assez nombreux pour écarter les risques de conclusions basées sur des états physiologiques individuels.

9. *Comportement du* Trichogramma cacaeciae *en présence d'œufs en état de cinèse, d'œufs en diapause et d'œufs tués par la chaleur humide.*

Les observations qui seront relatées dans ce chapitre vont nous mettre en présence de faits qui paraissent au premier abord difficilement conciliables, et que nous nous réservons d'interpréter plus loin (p. 486).

Ces faits sont les suivants :

1° Le *Trichogramma cacaeciae*, qui pond normalement dans les œufs de *Cacaecia* en état de cinèse embryonnaire, s'abstient de pondre dans les ooplaques de *Cacaecia* pendant la période estivale qui correspond à l'état de diapause embryonnaire : l'état de diapause fait donc perdre aux œufs de la Tordeuse leur pouvoir attractif;

2° Les œufs de *Cacaecia* pris au cours de la période active de leur évolution embryonnaire se montrent attractifs vis-à-vis des Trichogrammes, non seulement lorsqu'ils sont vivants mais encore lorsqu'ils viennent d'être tués par la chaleur humide.

Avant de chercher une interprétation susceptible de s'appliquer à des faits biologiques d'apparences aussi divergentes, je donnerai le compte rendu d'un certain nombre de mes observations :

1° *Observations relatives* au *T. cacaeciae* mis en présence d'œufs de Cacaecia *en diapause*.

Le développement embryonnaire de *Cacaecia rosana* commence aussitôt après la ponte du papillon, dans le courant de juin ou au début de juillet, et il se poursuit

pendant une période qui ne paraît guère dépasser une quinzaine de jours, beaucoup moins peut-être dans certains cas [1].

Dès la fin de juillet et pendant tous les mois qui suivent jusqu'en mars de l'année suivante, il y a arrêt des phénomènes évolutifs et l'embryon reste pendant toute cette période à un stade peu avancé, la plus grande partie de l'œuf étant occupée par d'abondantes sphérules vitellines d'un jaune verdâtre.

Ce n'est qu'au sortir de l'hivernage que les multiplications cellulaires reprennent pour conduire au développement de la jeune chenille [2].

Ceci étant posé, les observations montrent que le pouvoir d'attraction et de rétention des ooplaques de *Cacaecia* sur les Trichogrammes, qui est très grand pendant la première période de cinèse (voir chapitre précédent, p. 478), s'annule pendant la longue période de diapause et reprend au printemps lorsque le développement de l'embryon se remet en marche et que les microptères apparaissent.

Pour préciser les faits nous rapporterons avec quelques détails deux de nos observations :

Observation a. — Le 23 septembre 1927, donc en pleine période de diapause des ooplaques de *Cacaecia*, une bande de *T. cacaeciae* récemment éclose et faisant partie de la quatrième génération annuelle élevée en pontes de *Mamestra* est mise à 13 h. 30 en présence d'un ooplaque de *Cacaecia rosana* qui vient d'être récolté sur pommiers protégés dans une cage. Quelle que soit l'inclinaison ou l'orientation donnée au tube dans lequel se trouvent les insectes, le flot que constitue leur troupe ne fait que passer sur l'ooplaque ou à côté de lui sans s'y arrêter; ou, si l'un d'eux y fait par hasard une halte, comme ils le font partout ailleurs, pour se lisser les ailes par exemple, il ne s'y fixe pas et, sans tarder, reprend sa course. Sans retirer la ponte de *Cacaecia*, à 18 heures, j'introduis un fragment de ponte de *Mamestra* (groupe de 12 œufs). Peu de temps après deux Trichogrammes se fixent sur ces œufs, tandis que la ponte de *Cacaecia* est toujours négligée. Le lendemain matin les œufs de *Mamestra* se couvrent de Trichogrammes qui pondent activement à leur intérieur, tandis que la ponte de *Cacaecia* reste toujours déserte. Cette dernière, mise en observation jusqu'au printemps suivant, ne donne vers le 10 avril 1928 que des chenilles, aucun Trichogramme; comme on pouvait s'y attendre, elle n'avait pas été parasitée, tandis que les pontes de *Mamestra* l'avaient été abondamment.

Observation b. — Cette observation porte sur la variété *flavum*, originaire d'Évaux (Creuse), dont j'ai fait un long élevage en lignée pure (voir p. 488). Du 18 au 21 septembre 1927, de nombreux individus de cette variété sont éclos dans un de mes tubes d'élevage. Ils font partie de la 6e génération élevée en pontes de *Mamestra brassicae;* le 21 et le 22 septembre

[1] Dans les années chaudes et sèches comme en 1934, la période de diapause m'a paru commencer d'une façon très précoce, dès la fin de juin ou le début de juillet, par exemple, pour des pontes déposées une huitaine de jours avant.

[2] Les différentes phases de l'évolution peuvent être aisément suivies en élevant les papillons dans des cages vitrées ou même dans de simples bocaux. Beaucoup d'entre eux déposent alors leurs ooplaques sur les parois de verre et après avoir découpé ce dernier il est possible de suivre le développement des œufs par transparence. J'ai obtenu aussi des pontes déposées directement sur lamelles couvre-objet, ce qui permet de les observer à de forts grossissements en goutte pendante après avoir retourné la lamelle. Si l'on a eu soin de faire parasiter la ponte par des Trichogrammes, on peut alors par une recherche attentive rouver les œufs de ces derniers dans les œufs du papillon.

ils ont pondu dans les œufs de *Mamestra* qui leur ont été servis. Le 23 septembre au matin, vers 11 heures, alors qu'ils sont occupés à pondre dans une ponte de *Mamestra brassicae*, je substitue à cette dernière d'où les parasites ont été préalablement écartés un ooplaque de *Cacaecia*. Les Trichogrammes le traversent au hasard de leurs courses, mais ils n'y font aucune attention, ne palpent pas, ne stationnent pas, passent comme sur un objet quelconque. Toute la journée, il en est de même. A 17 heures, j'introduis une petite ponte de *Mamestra* de 12 œufs. Aussitôt des Trichogrammes s'y rassemblent et se mettent à pondre. Le groupe se renforce progressivement et à 18 h. 30, c'est un grand rassemblement qui s'est constitué. La ponte de *Cacaecia* est par contre toujours déserte ; elle reste telle les jours suivants, tandis qu'une ponte de *Mamestra* servie le 24 septembre et une autre servie le 4 octobre sont accueillies avec la faveur habituelle. Ultérieurement, après l'hiver, il fut d'ailleurs constaté que, conformément aux prévisions, la ponte de *Cacaecia* n'avait pas été parasitée.

Il peut venir à l'esprit que les *Trichogramma cacaeciae* avec lesquels nous opérions en automne faisaient partie de lignées élevées en pontes de *Mamestra* depuis plusieurs générations et qu'ils avaient pu ainsi acquérir une tendance marquée à piquer ces œufs à l'exclusion des œufs de *Cacaecia ;* une telle interprétation se trouve contredite par l'ensemble de nos observations : elles montrent en effet que les *T. cacaeciae* issus de pontes de *Mamestra* à la fin de juin ou au début de juillet ne présentent pas d'amoindrissement notable de la tendance à parasiter les œufs de *Cacaecia* fraîchement pondus.

C'est ainsi, par exemple, que continuant en 1928 l'élevage fait en 1927 et auquel se rapporte l'observation *b* relatée ci-dessus, j'ai obtenu à la fin de juin et pendant la première quinzaine de juillet 1928 des Trichogrammes appartenant à la même lignée et faisant partie non plus de la 6e, mais de la 9e et de la 10e générations élevées en pontes de *Mamestra*. Or ils piquaient à cette époque correspondant à la cinèse embryonnaire de l'hôte, toutes les pontes de *Cacaecia* qui leur étaient présentées. Les observations *a* et *b* du chapitre précédent (p. 478) nous ont d'ailleurs déjà donné des exemples de même ordre, faisant même apparaître une préférence pour les pontes de *Cacaecia* par rapport à celles de *Mamestra*. Avec les pontes des mêmes insectes l'ordre de préférence se trouve donc inversé, suivant qu'elles sont prises pendant la période de diapause ou au contraire pendant la période d'activité du développement embryonnaire.

2° *Observations relatives* aux œufs de *Cacaecia* traités par la chaleur humide ou par l'eau bouillante.

Voyons d'abord comment se comporte à l'égard d'œufs ainsi traités la génération printanière des microptères :

a. Le 4 avril 1934, un ooplaque de *Cacaecia rosana* non parasité est récolté au dehors avec esquille d'écorce de cognassier comme support. A l'aide d'un rasoir il est coupé, ainsi que l'esquille, en deux parties équivalentes. L'une des moitiés est soumise à une température de 50° C. Dans une étuve qui contient une capsule remplie d'eau ; elle est retirée au bout de cinq minutes. L'autre moitié n'est pas traitée et joue le rôle de témoin. Je livre ensuite l'ooplaque dont les deux moitiés ont été rajustées, à un Trichogramme microptère qui vient d'être capturé dans le jardin sur un ooplaque où il stationnait. Au bout de peu de temps, le microptère se met à pondre aussi bien dans la partie chauffée que dans la partie témoin.

Peu de temps après, le changement de coloration de la partie traitée virant vers une teinte feuille-morte, indique que les œufs du papillon ont bien été tués par le traitement à 50°.

Les examens ultérieurs (15 mai, 9 juin, 29 juin) donnent comme résultats :

Pour la partie traitée à 50° :

Éclosions de chenilles	0
Éclosions de Trichogrammes ailés	1

Pour la partie témoin :

Éclosions de chenilles	1
Éclosions de Trichogrammes ailés	4

b. Le 5 avril 1934, un ooplaque sur esquille d'écorce de cognassier est divisé en deux parties égales. L'une des deux moitiés est soumise pendant dix minutes, dans une étuve à air humide, à une température de 58° à 60°. L'autre moitié n'est pas traitée et joue le rôle de témoin.

Je mets alors l'ooplaque, dont les deux moitiés ont été épinglées côte à côte sur une même plaquette de liège, en présence de deux Trichogrammes microptères qui ont été récoltés dans le jardin sur une ponte de *Cacaecia*. Les deux microptères pondent du 5 au 6 avril aussi bien dans la partie traitée que dans la partie non traitée. Ils sont retirés le 6 avril à 13 heures.

Les examens ultérieurs (9, 14 et 18 juin) donnent comme résultats :

Pour la partie traitée à 58--60° pendant 10 minutes :

Éclosions de chenilles	0
Éclosions de Trichogrammes ailés	8

Longtemps avant les éclosions, les œufs de cette partie traitée indiquent par leur teinte feuille-morte et leur rétraction qu'ils ont été manifestement tués par le traitement.

Pour la partie témoin :

Éclosions de chenilles	4
Éclosions de Trichogrammes ailés	8

c. Le 6 avril 1934, un ooplaque de *Cacaecia rosana* recueilli dans les mêmes conditions que les précédents est partagé en deux parties, dont l'une est soumise pendant 10 minutes à une température humide de 70° et dont l'autre est gardée comme témoin. Les deux parties placées à côté l'une de l'autre sont données aux deux mêmes microptères que ceux de l'expérience précédente jusqu'au 7 avril (16 heures). Les deux moitiés sont également piquées.

Les examens ultérieurs (9 juin, 29 juin) donnent comme résultats :

Pour la partie traitée à 70° :

Éclosions de chenilles	0
Éclosions de Trichogrammes	0

Dans la partie traitée, tous les œufs aussi bien ceux de l'hôte que ceux du parasite sont donc morts et n'ont pas donné d'éclosions :

Pour la partie témoin :

Éclosions de chenilles	4
Éclosions de Trichogrammes ailés	3

d. Le 6 avril 1934, un ooplaque de *Cacaecia rosana* fraîchement récolté est dans sa totalité traité à l'eau bouillante [1]. Le lendemain, un microptère pris au dehors en acte de ponte est installé sur cet ooplaque. De 15 heures à 17 heures, il procède à sa manœuvre de ponte, tout comme s'il s'agissait d'un ooplaque n'ayant pas été traité. Il est retiré vers 17 heures. Ultérieurement, aucune éclosion ne se produit.

e. Le 7 avril 1934, un ooplaque de *Cacaecia rosana* indemne et fraîchement récolté est traité comme dans l'expérience *d* par l'eau bouillante et quelque temps après son retrait, lorsque l'excès d'eau s'est évaporé, il est livré vers 17 h. 30 au microptère qui a déjà été utilisé jusqu'à 17 heures pour l'expérience précédente. Sans difficulté, il recommence sur le nouvel ooplaque ébouillanté sa manœuvre de ponte. Les jours suivants (8-11 avril), je le vois encore en train de pondre dans le même ooplaque. Donc, près de 4 jours après le traitement à l'eau bouillante, l'ooplaque, dont les œufs commencent déjà à se rétracter et à se rider, reste encore suffisamment attractif pour provoquer l'acte de ponte des microptères.

La mort du microptère étant survenue du 11 au 12 avril, je mets l'ooplaque maintenant assez fortement ridé en présence de 8 nouveaux microptères auxquels j'offre en même temps un ooplaque fraîchement récolté. Ceux-ci se mettent à pondre dans l'un et dans l'autre, avec cette différence toutefois que la ponte des parasites se fait d'une façon plus régulière et plus continue dans l'ooplaque qui n'a pas été traité.

Les examens ultérieurs (10 et 29 juin) donnent :

Ponte traitée :	
Éclosions	0
Ponte témoin	
Éclosions de chenilles	4
Éclosions de Trich. ailés	15

Nous passons maintenant à une observation portant sur la génération ailée du *Trichogramma cacaeciae.*

f. Le 21 juin 1934, voulant me rendre compte si les ailés se comporteraient vis-à-vis des ooplaques ébouillantés de la même façon que les microptères, je récolte dans la cage-serre où la ponte des papillons, avec une avance marquée sur l'extérieur, a commencé depuis le 16 juin, un ooplaque qui est ensuite traité par l'eau bouillante ; après le traitement, les œufs dont il est formé ont jauni et paraissent plus turgescents ; après avoir essuyé l'ooplaque et laissé refroidir, je le donne à une bande de Trichogrammes ailés récemment éclos d'ooplaques qui ont été déposés l'année précédente et qui ont été récoltés le 9 juin 1934 sur les arbres. Aux mêmes Trichogrammes, je sers en même temps un autre ooplaque non traité, venant également de la cage-serre et destiné à servir de témoin. Or, contrairement à mon attente, l'ooplaque traité se montre nettement plus attractif que l'ooplaque témoin ; plusieurs Trichogrammes se groupent sur le premier et y pondent d'une façon régulière ; par contre, ils fréquentent peu l'ooplaque non traité. Je traite alors de la même façon par l'eau bouillante

[1] A cet effet, il est placé, avec l'esquille d'écorce à laquelle il adhère, au fond d'une capsule de porcelaine. Le fragment d'écorce est maintenu par un poids qui l'empêche de remonter à la surface. De l'eau bouillante est ensuite versée, de façon à tout recouvrir et à remplir la capsule. Après un séjour d'une minute, l'ooplaque fixé à son support est retiré ; puis il est laissé à l'air libre un temps suffisant pour se refroidir et laisser l'excès d'eau s'évaporer.

l'ooplaque témoin et il devient, de ce fait, aussi attractif que celui qui a été traité en premier[1].

Les conclusions particulières suivantes peuvent être tirées des diverses expériences qui viennent d'être rapportées :

1° Les *Trichogramma cacaeciae* (microptères ou ailés) pondent dans les ooplaques qui ont été pris au cours de leur évolution active et dont les œufs ont été tués par la chaleur humide (traitement à l'étuve dans l'air humide à une température de 50° a 70° C., ou traitement par l'eau bouillante).

2° Les œufs qui ont été déposés par les Trichogrammes dans ces ooplaques peuvent encore se développer, tant que la température à laquelle ces derniers ont été préalablement soumis n'a pas dépassé 60°; dans ces conditions, leur développement est normal et sans retard sensible sur les témoins pour leurs éclosions;

3° Les œufs des Trichogrammes ne peuvent par contre se développer lorsque la température à laquelle ont été préalablement portés les ooplaques a atteint 70°;

4° Les *Trichogramma cacaeciae* pondent sans préférence marquée, aussi bien dans les ooplaques traités par la chaleur humide que dans les ooplaques non traités. Ils ne témoignent une préférence pour ces derniers qu'au bout d'un temps assez long (5 à 6 jours par exemple après le traitement), lorsque les œufs de l'ooplaque traité sont déjà rétractés et assez fortement ridés.

Il convient maintenant de chercher une interprétation générale permettant, s'il se peut, de rendre compte à la fois des trois séries d'observations que nous avons rapportées, la première relative au comportement des Trichogrammes vis-à-vis des œufs en voie d'évolution active, la seconde relative au comportement des Trichogrammes vis-à-vis des œufs en période de diapause, la troisième enfin concernant le comportement de ces mêmes parasites vis-à-vis des œufs pris en voie d'évolution active, mais tués par la chaleur humide ou par l'eau bouillante.

La confrontation de ces séries d'observations nous conduit à penser que, si les œufs en état actif d'évolution embryonnaire sont attractifs et si les œufs en diapause cessent de l'être, cette différence doit tenir à une émanation de substances produites par les premiers, mais cessant de l'être par les seconds. On ne peut d'ailleurs que faire des conjectures au sujet des produits susceptibles d'intervenir. Il est difficile d'attribuer à cet égard un rôle important à des substances de la

[1] L'observation précédente est trop isolée pour qu'il soit possible d'en tirer une conclusion ferme. Les conditions spéciales de la cage-serre se joignant à la grande sécheresse et à la haute température du mois de juin 1934 avaient, en effet, très vraisemblablement déterminé déjà un ralentissement d'évolution ou même un commencement de diapause dans les ooplaques déposés dans la cage-serre. Il est donc possible qu'à cet égard les deux ooplaques mis en expérience n'étant pas tout à fait de même âge, se trouvaient dans des conditions différentes et non comparables. La réhydratation par l'eau bouillante est un élément dont il y a lieu aussi de tenir compte et il se peut qu'il compense et au delà un autre facteur d'attirance en voie d'affaiblissement.

nature des enzymes; catalases ou oxydases, car il semble que le traitement par l'eau bouillante devrait alors les faire disparaître et rendre les œufs inattractifs; or il n'en est pas ainsi. Les différences dans l'état d'hydratation et des courants d'exhalation, les degrés de concentration fort différents des sels ou substances diverses présents dans les tissus de l'œuf en diapause ou dans ceux de l'œuf en évolution active sont plus susceptibles d'être pris en considération. La constitution physique ou chimique des enveloppes de l'œuf ne peut manquer à cet égard de jouer un rôle important, tant au point de vue du processus même de la diapause de l'œuf de *Cacaecia* qu'à celui des variations du pouvoir attractif sur le parasite.

On remarquera d'ailleurs — et sans qu'il y ait lieu pour cela d'écarter le rôle des facteurs précédents — que tout le comportement des Trichogrammes, la conformation de leurs antennes et la méthode avec laquelle ils s'en servent pour explorer les ooplaques avant d'y déposer leurs œufs, suggèrent l'intervention chez ces insectes et chez beaucoup d'autres sans doute, d'un sens radiesthésique capable de déceler des radiations d'un ordre tel que celles de Gurwitsch [1]. De nombreux travaux ont d'ailleurs montré que l'émission des radiations dites de Gurwitsch et capables d'agir à distance sur la multiplication des cellules constitue un phénomène qui, loin d'être limité aux tissus organisés et en voie de prolifération, peut au contraire se manifester dans des conditions fort diverses, en présence de réactions chimiques et notamment d'oxydations, en milieu biologique ou non biologique [2]. En se basant sur l'ensemble de ces données, on comprendra comment le *Trichogramma cacaeciae* peut pondre dans des œufs en évolution active ou dans des œufs tués [3] et même dans des globules d'origine végétale [4], mais refuse de pondre dans des œufs en diapause où il y a suspension presque complète de réactions chimiques.

L'intervention de semblables radiations dans le déclanchement de la ponte chez les Trichogrammes n'exclut pas d'ailleurs, ainsi que nous le verrons, le concours de sensations ayant d'autres origines, telles que sensations olfactives [5], tactiles

[1] Voir à cet égard : les travaux de Gurwitsch (1923), ceux de J. et M. Magrou (1928-1931), de Petri (1932-1933), etc. Bibliographie de la question dans le travail d'ensemble de Gurwitsch : Die mitogenetische Strahlung, Berlin (Springer), 1932.

[2] Voir en particulier : J. et M. Magrou. Action à distance des facteurs biologiques et chimiques sur le développement de l'œuf d'Oursin (*Ann. des Sc. Nat. Zool.*, 10e série, XIV, 1931). — R. Ruyssen. L'émission de rayons de Gurwitsch par les réactions chimiques entre gaz (*Acad. roy. de Belgique.* Sciences, XIX, p. 535-542, 1933.)

[3] Œufs tués par un séjour prolongé en glacière d'après Howard et Fiske (1911) pour le *T. minutum* ou par la chaleur humide (mes propres observations pour le *T. cacaeciae* et le *T. evanescens*).

[4] Voir pages 527-529.

[5] On sait que l'odorat lui-même s'explique aujourd'hui pour la plupart des physiologistes par une théorie physique ondulatoire. Il est généralement admis que les molécules odorivectrices sont douées de vibrations propres odorantes et ultra-violettes. Pour l'homme, leurs λ varieraient entre λ = 0,35 μ et λ = 0,20 μ. [Heyninck. — Essai d'Olfactique physiologique, Bruxelles 1919, p. 255]. — Les ondes auxquelles les insectes sont sensibles peuvent être comprises dans des limites très différentes et les sensations qui leur correspondent doivent évidemment s'écarter largement de celles de l'odorat des animaux supé-

et visuelles, et pouvant en se superposant ou se remplaçant combiner leurs effets de façons diverses suivant les lignées, l'état physiologique du parasite et les conditions du milieu. (Voir le dernier chapitre, p. 526.)

CHAPITRE III.

Le *Trichogramma flavum*.

Sous ce nom nous désignons un biotype qui peut être considéré comme une race du *T. cacaeciae* typique et qui, comme lui, a dû se ségréger à partir d'une forme bisexuée, puis se maintenir avec ses particularités primitives grâce à l'apparition simultanée de la thélytoquie.

Ayant fait une longue étude de cet insecte, je retracerai les principaux traits de son histoire que j'ai suivie pendant quatre années et sur vingt-huit générations successives. Son intérêt principal réside dans ce fait que les observations portent, à partir de la 2e génération, sur une lignée pure uniparentale.

1. *Succession des générations observées.*

C'est à Evaux dans la Creuse, à la fin de septembre 1926, que j'ai trouvé les premiers éléments qui m'ont servi à l'élevage de cette lignée. Ils consistaient en une ponte d'un Microlépidoptère resté indéterminé que j'avais récoltée sur les écorces des Cognassiers avec une autre semblable non parasitée [1].

En forme d'écaille lenticulaire, comme celles de *Cacaecia rosana*, cette ponte en différait par sa teinte grise et son aspect grenu.

Dans la première semaine d'avril 1927, elle donna 11 Trichogrammes, tous

rieurs. On trouvera d'autre part une bibliographie et un compte rendu documenté des travaux sur l'odorat et sens chimiques des Insectes dans le mémoire suivant : Joseph Marshall, The location of olfactory receptors in Insects, a review of experimental evidence (*Transact. of the R. Entom Soc. of London*, LXXXIII, 1935). La question de la nature ou de la diversité des radiations qui peuvent être en cause, ne s'y trouve d'ailleurs pas abordée. — Voir aussi les travaux de Mac Indoo (1914-1926), de Imms and Husain (1920), de Newton (1931), etc.

[1] Dans la même localité, en même temps que les pontes indéterminées qui m'ont fourni le matériel d'étude pour le *Trichogramma flavum*, et en même temps aussi que de nombreuses pontes de *Cacaecia rosana*, j'ai trouvé des pontes de *Cacaecia crataegana* remarquables par leur aspect crayeux. Ces pontes recueillies sur Cognassiers, Pommiers et Peupliers me donnèrent en avril d'assez nombreuses chenilles dont l'élevage fut poursuivi jusqu'à l'éclosion du papillon (18 juin). Mais je n'obtins comme parasite qu'un seul Trichogramme femelle, de teinte flave et dont les ailes étaient courtes et tronquées, légèrement sinuées à l'extrémité, donc conformes à celles du type *T. flavum*. — Il est à noter que Hey et Thomas (1933) ont obtenu, eux aussi, des Trichogrammes de *Cacaecia crataegana*. Tous étaient du sexe femelle ; mais leur couleur foncée et leurs ailes bleues pour deux générations successives étaient, d'après les auteurs, semblables à celles des *T. evanescens;* les ailes étaient de taille normale aussi bien pour la génération posthivernale que pour la suivante.

femelles : 8 étaient microptères à ailes en tampons plus ou moins courtes ; 3 avaient les ailes déployées, mais courtes, tronquées et voûtées au-dessus de l'abdomen. Ces Trichogrammes pondirent dans l'autre ponte semblable qui se trouvait dans le même flacon et qui n'était pas parasitée. Ils se comportaient donc vis-à-vis de ces pontes comme le *T. cacaeciae* se comporte vis-à-vis des pontes de *Cacaecia rosana* et, ainsi que nous le verrons dans la suite, ils peuvent également poursuivre leur évolution dans ces dernières, mais non sans quelque difficulté pour boucler le cycle annuel des générations successives.

La seconde génération qui sortit de la ponte piquée par les microptères de la première apparut d'une façon relativement précoce par rapport au *T. cacaeciae* typique : ses éclosions s'échelonnèrent en effet du 18 au 25 mai ; elles consistèrent en 15 ailés à grandes ailes déployées, tous femelles. C'est sur ces ailés qu'il m'apparut nettement que la coloration de ce biotype était d'un jaune beaucoup plus vif et plus pur que celle de *T. cacaeciae*.

Il importe de noter qu'il ne s'agit pas là simplement d'une variation exclusivement en rapport avec les conditions climatiques locales de la station. Car j'ai trouvé à Evaux et sur les mêmes arbres le *Trichogramma cacaeciae* typique avec les mêmes caractères pigmentaires que ceux d'Antony et évoluant de la même façon dans les pontes de *Cacaecia*.

De ces 15 ailés femelles de 2e génération du *T. flavum*, un seul fut conservé pour la suite des expériences, de telle sorte que l'on peut considérer toute la descendance ultérieure comme provenant d'un seul parent et constituant un clone. Cette femelle vécut au moins 17 jours, jusqu'au 12 juin ; alimentée avec du miel et de l'eau elle pondit abondamment dans toutes les pontes de *Mamestra brassicae* qui lui furent présentées pendant cette période ; elle déposa aussi ses œufs dans une ponte de *Pionea forficalis*, mais refusa de pondre dans des œufs de *Pieris brassicae* [1].

La génération 3 issue de la femelle précédente et également formée de femelles ailées commença à éclore le 18 juin, les premiers œufs ayant été déposés le 31 mai. Il fallut donc environ 18 jours pour assurer leur développement. Les autres éclosions correspondant aux œufs pondus les jours suivants se poursuivirent jusqu'au 3 juillet.

La génération 4 fut élevée à la fois dans des pontes de *Mamestra* et dans des pontes de *Cacaecia* distribuées aux femelles de la 3e génération dans le courant de juin et au début de juillet. Les pontes de *Cacaecia* furent accueillies avec une préférence marquée. Les œufs qui furent pondus à leur intérieur ne donnèrent d'éclosions d'adultes (microptères) qu'au printemps suivant, les parasites restant donc en diapause pendant le cours de l'été et de l'hiver. Par contre les œufs pondus dans les pontes de *Mamestra* donnèrent des larves qui évoluèrent sans diapause et aboutirent directement au terme de leur métamorphose du 11 au 30 juillet,

[1] Je n'avais pas à cette époque de pontes de *Cacaecia* à lui offrir ; quant aux pontes de l'espèce originelle d'où émanait la lignée, elles me faisaient également défaut et je ne les ai jamais rencontrées à Antony.

avec quelques retardataires apparus au plus tard dans les premiers jours d'août. A ces Trichogrammes de 4e génération furent offertes à partir du 11 juillet des pontes sans diapause (*Mamestra* et *Ephestia* [1]) et des pontes à diapause (ooplaques tardifs de *Cacaecia rosana*). Comme il en avait été pour la génération précédente, les pontes à diapause de *Cacaecia* ne donnèrent pas d'éclosions en 1927; mais elles donnèrent des microptères au printemps de 1928. Par contre les œufs sans diapause (*Mamestra* et *Ephestia*) donnèrent la nouvelle génération (5e) à partir du 31 juillet et l'éclosion des adultes qui la constituaient continua pendant tout le mois d'août.

La 6e génération se développa dans de nouvelles pontes de *Mamestra brassicae* qui furent distribuées aux insectes précédents et les Trichogrammes adultes lui correspondant apparurent à partir du 23 août, continuant à éclore en septembre.

Ils donnèrent naissance à la génération 7 dans des œufs de *Mamestra oleracea* [2], qui vinrent à point pour remplacer les œufs de *Mamestra brassicae* me faisant défaut à cette époque. Et les adultes de cette 7e génération se montrèrent à la fin de la première quinzaine ou au commencement de la deuxième quinzaine de septembre.

Les Trichogrammes de la génération 8 issue de la précédente devaient constituer le lot principal destiné à passer l'hiver. Toutefois, par suite de la rareté des pontes de Noctuelles dont je pus disposer à la fin de septembre la continuation de l'élevage d'une année à l'autre dans les pontes sans diapause me parut pendant quelque temps fortement menacée. Elle fut néanmoins assurée par des individus retardataires de la 6e génération qui piquèrent une ponte de *Mamestra* dans les premiers jours d'octobre. Cette ponte passa l'hiver et donna au début d'avril 1928 10 Trichogrammes microptères et 1 ailé, ce dernier à ailes légèrement tronquées La partie ainsi retardée de la génération 7 [3] pondit au début d'avril dans des œufs d'*Ephestia* pour donner à partir du 28 mai les individus ailés de la 8e génération (génération 2 de 1928).

Suivant une marche très semblable à celle que nous venons de décrire pour l'année 1927 et le début de 1928, en utilisant suivant les occasions, soit des pontes de Noctuelles, soit à leur défaut des pontes d'*Ephestia* ou d'autres Lépidoptères, l'élevage se poursuivit pendant les années 1928, 1929 et 1930 sur 28 générations successives. Le passage du second hiver se fit surtout dans des œufs de *Plusia gamma*, celui du 3e surtout dans des œufs d'*Ephestia*.

C'est au cours de l'élevage dont je viens de rappeler les principales phases que

[1] Les œufs d'*Ephestia* sont plus facilement acceptés par le *T. flavum* que par la forme typique du *T. cacaeciae*.

[2] Les pontes de cette espèce sont également très attractives. Elles ont aussi l'avantage d'être stratifiées, de telle sorte que les œufs inférieurs abrités par ceux de l'étage supérieur sont inaccessibles dans la nature aux Trichogrammes. On peut ainsi, simplement en récoltant ces pontes dans la campagne et en utilisant seulement les œufs inférieurs, être sûr, sans élevage préalable, d'avoir affaire à des œufs non parasités.

[3] Si les ascendants directs de ces parasites n'avaient pas été des retardataires de la 6e, mais des représentants de la 7e génération éclos en septembre, ainsi que c'eût été fort possible, la 1re génération de 1928 aurait été la 8e et non la 7e.

furent faites les observations résumées dans les paragraphes qui vont suivre et qui se rapportent spécialement au *Trichogramma flavum*. Elles peuvent être mises en parallèle avec les observations de même ordre dont nous avons donné l'exposé en retraçant l'histoire biologique du *Trichogramma cacaeciae*.

Il eut été intéressant de savoir comment le cycle de *T. flavum* se poursuivait naturellement dans sa localité originelle [Evaux (Creuse)]. Après la génération posthivernale sortant en avril des pontes du Microlépidoptère X (souche primitive) et pondant immédiatement à nouveau, comme nous l'avons observé dans des pontes de la même espèce, on peut en effet admettre la possibilité de modalités cycliques différentes suivant que les hôtes présenteront eux-mêmes une évolution cyclique univoltine, bivoltine ou polyvoltine. N'ayant pas séjourné dans la localité pendant un temps suffisant et n'ayant retrouvé ni le *Trichogramma flavum*, ni les pontes du Microlépidoptère dont je l'avais obtenu, je n'ai pu, comme je l'avais fait pour la forme typique de *Trichogramma cacaeciae*, me rendre compte de l'évolution de l'insecte dans la nature et mes observations ont exclusivement porté sur les 28 générations expérimentalement obtenues au cours de mes élevages.

2. *Cycle annuel de* Trichogramma flavum *dans les pontes à diapause de* Cacaecia rosana.

Nous n'avons obtenu cette modalité cyclique que d'une façon beaucoup moins régulière et complète que pour la forme type du *T. cacaeciae*. Les pontes de *Cacaecia* fraîchement déposées en juin-juillet sont pourtant très attractives pour les femelles du *T. flavum* qui s'installent sur elles et les piquent longuement comme celles du *T. cacaeciae* typique. Mais, malgré ces piqûres nombreuses, la génération suivante qui subit la diapause estivo-hivernale n'évolue que d'une façon incomplète et beaucoup de pontes ainsi piquées ou bien se dessèchent d'une façon totale sans donner de microptères en mars-avril, ou bien se dessèchent partiellement et ne donnent alors que des chenilles pour le reste des œufs. Ce n'est que dans la minorité des cas que les parasites arrivent, malgré la diapause qu'ils subissent, à parfaire leur évolution et à donner alors en mars-avril des microptères à moignons alaires en tampons, plus rarement des ailés à ailes courtes et tronquées. Il est vraisemblable qu'une part de ces insuccès tient tantôt à un excès de piqûres de la part de générateurs trop nombreux pour une même ponte, tantôt aux conditions défectueuses de la conservation des pontes sur des esquilles d'écorces desséchées. Il n'en est pas moins vrai que, dans des conditions semblables, les pontes de *Cacaecia rosana* piquées en juin-juillet par le *T. cacaeciae* typique donnent des succès beaucoup plus nombreux. Et il faut en conclure que l'ajustement du développement du parasite à celui de l'hôte est à l'intérieur des ooplaques de *Cacaecia* notablement moins précis pour le *T. flavum* que pour le *T. cacaeciae*. A diverses reprises pourtant, nous sommes arrivés à boucler en 2 générations le cycle du *T. flavum* dans les pontes univoltines de *Cacaecia rosana*.

3. *Accélération du développement et du nombre des générations du* T. flavum *dans les œufs sans diapause.*

L'existence de cette accélération est la conclusion qui s'impose si l'on a pris connaissance du compte rendu (p. 488-491) de mon élevage en lignée pure fait pendant 4 années dans des pontes de Lépidoptères divers. Le nombre des générations qui est de 2 pour le cycle annuel dans les pontes de *Cacaecia* peut s'élever à 7 ou 8, si le parasite poursuit son évolution dans les pontes de *Mamestra*, d'*Ephestia* ou de *Plusia* et il serait même encore supérieur si, pour chaque génération on n'utilisait comme procréateurs que les premiers insectes éclos.

4. *Le microptérisme saisonnier de* T. flavum.

Il se présente dans des conditions de même ordre et sous l'influence des mêmes facteurs que pour le *T. cacaeciae* typique. C'est dans la génération hivernale dont les adultes éclosent en mars-avril qu'il se manifeste. Dans la ponte originelle récoltée à Évaux en septembre 1926 sur Cognassier et provenant d'un Microlépidoptère indéterminé, il s'était réalisé à des degrés variables suivant les individus. Sur les 11 femelles qui sortirent en effet de cette ponte dans la première semaine d'avril 1927, 8 étaient nettement microptères, les ailes étant réduites à de minuscules tampons chiffonnés et 3 avaient des ailes déployées, mais courtes et tronquées, cintrées au-dessus de l'abdomen.

Les élevages en pontes de *Cacaecia* que je fis ultérieurement, dans tous les cas où le développement put se poursuivre, me donnèrent après l'hiver des microptères nettement caractérisés à l'exclusion générale des ailés. Une fois pourtant il y eut 2 ailés, mais ils apparurent avant l'hiver en fin de saison 1927, tandis que dans la même ponte les autres parasites au nombre de 24, passèrent l'hiver à l'intérieur des œufs et apparurent à l'état de microptères du 18 au 20 mars 1928. Les 2 ailés d'automne représentaient en ce cas une petite éclosion partielle et anticipée de la génération destinée régulièrement à passer l'hiver dans la ponte et il est remarquable que, pour ces deux individus soustraits ainsi à l'influence hivernale au cours de la métamorphose, le microptérisme ne se soit pas manifesté. Nous avons fait d'ailleurs des observations de même ordre pour le *T. cacaeciae* typique.

Si la multiplication du *T. flavum* se poursuit au cours de l'année dans une succession de pontes de Lépidoptères sans diapause, c'est encore, comme pour le *T. cacaeciae* (forme type), dans celle de ces générations qui passe l'hiver que se manifeste le microptérisme, mais d'une façon beaucoup moins constante que dans le cas où le cycle se poursuit dans les pontes de *Cacaecia* : suivant les lots, la proportion des microptères et des ailés est en effet alors fort variable. Tantôt ce sont les premiers qui dominent, tantôt les seconds et l'on observe aussi pour la longueur des ailes des degrés fort divers.

Voici par exemple, quelques-uns des résultats consignés dans mes notes :

	NATURE DES PONTES PIQUÉES par le *T. flavum*.	DATES DES PIQÛRES FAITES par le *T. flavum*.	DATES DES ÉCLOSIONS POST-HIVERNALES.	NATURE DES ÉCLOSIONS	
				MICROPTÈRES.	AILÉS.
1.	Ponte de *M. brassicæ*	4 octobre 1927	2 avril 1928.....	10	1
2.	Ponte de *M. oleracea*	21 septembre 1927.	3 au 9 avril 1928....	5	0
3.	Œufs groupés de *Plusia gamma* ..	1er octobre 1928...	1ers jours d'avril 1929..	4	10
4.	— — ..	— ...	— ..	4	13
5.	— — ..	6 octobre 1928....	— ..	4	11
6.	— — ..	10 octobre 1928...	— ..	Environ 18 Trichogrammes, les microptères en nombre dominant.	
7.	— — ..	19 octobre 1928...	— ..	Une vingtaine de Trichogrammes, les microptères en nombre dominant.	
8.	— — ..	25 octobre 1928...	— ..	Nombreux Trichogrammes, presque tous ailés : ailes de longueurs variables.	
9.	— — ..	1er novembre 1928.	— ..	Très nombreux ailés et quelques microptères.	

L'action de la pénurie alimentaire s'ajoutant à celle du froid intervient dans une assez large mesure pour accroître la tendance au microptérisme. Il est à noter en effet que les microptères ont dominé dans les lots où les Trichogrammes étaient de très petite taille, c'est-à-dire dans ceux où la nourriture avait été déficiente, soit par suite de superparasitisme dans un même œuf (*Plusia* ou *Mamestra*), soit pour toute autre cause (voir aussi pages 472 à 504).

5. *La parthénogénèse thélytoque et la spanandrie chez le* Trichogramma flavum.

La lignée pure du *T. flavum* que nous avons suivie pendant 4 années sur 28 générations donne un remarquable exemple de parthénogénèse thélytoque. L'apparition de mâles y présente un caractère exceptionnel, puisque parmi d'innombrables femelles nous n'avons noté que la présence de 6 mâles répartis dans 3 lots au cours de la 13e, de la 26e et de la 27e génération : ces mâles, bien que susceptibles de s'accoupler avec les femelles offrent un caractère rudimentaire et infonctionnel, en ce sens que leurs spermatozoïdes restent sans influence sur la détermination sexuelle de l'œuf qui continue à se développer suivant le mode de la parthénogénèse thélytoque.

Nous rappelons dans les lignes qui suivent les observations qui autorisent cette conclusion et dont nous avons déjà résumé les résultats dans une note préliminaire[1].

Jusqu'aux lots de 12e génération, notre lignée uniparentale ou clone du *Trichogramma flavum* ne comporta que des femelles représentées par des milliers d'individus.

[1] *C. R. Ac. Sc.*, t. 191, p. 384, 13 octobre 1930.

Ce ne fut que dans le cours de la 3e année, à la fin du mois d'avril 1929, dans un lot correspondant à la 13e génération et comportant de très nombreuses femelles que j'aperçus le 1er mâle de l'élevage. Réduit à une taille minuscule, de teinte notablement plus grise que les femelles, avec des ailes incomplètement développées, il resta peu actif et ne montra aucune tendance à l'accouplement.

A la fin des mois de juillet et d'août 1930, dans deux lots correspondants, à la 26e et à la 27e génération, de la même lignée, je pus encore constater au milieu d'un grand nombre de femelles la présence de 2 mâles dans le premier cas et celle de 3 mâles dans le second. De teinte plus grise que les femelles, ils étaient normalement développés et ailés; à diverses reprises des accouplements furent observés.

Malgré le nombre très restreint de ces mâles, le fait qu'ils se présentaient dans deux générations successives pouvait donner à penser que peut-être ceux de la 26e avaient eu quelque influence sur la détermination sexuelle de ceux de la 27e. Pour apporter une précision à cet égard, les 3 mâles de la 27e génération furent mis à l'épreuve dans les conditions suivantes : Le 23 août 1930, ils furent placés dans un tube avec 9 femelles nouvellement écloses prélevées dans le même lot que celui dont ils étaient issus. Deux accouplements complètement effectués et d'apparence tout à fait normale furent constatés quelque temps après la mise en expérience et il est vraisemblable que, si je ne fus témoin que de ces deux rapprochements sexuels, ils ne furent pas les seuls à se produire pendant toute la durée de l'expérience. Ne pouvant reconnaître avec certitude parmi les 9 femelles celles que j'avais vu antérieurement s'accoupler, et sachant seulement qu'elles étaient parmi les plus grosses, je les répartis toutes sous des désignations spéciales dans 6 tubes et de telle façon que 5 de ces tubes contenaient isolément une des plus grosses femelles, tandis que le 6e contenait les 4 plus petites groupées en un même lot. Puis chaque tube fut approvisionné d'eau miellée et d'œufs de Noctuelles (pondus en captivité) de façon à obtenir isolément la progéniture des lots ainsi constitués. Or pour tous les lots, cette progéniture fut exclusivement formée de femelles, au nombre de 56, 59, 29, 57 et 43 respectivement pour les 5 premiers tubes contenant chacun une femelle d'assez grosse taille et au nombre de 52 pour le 6e tube contenant le lot des 4 petites femelles [1].

Ainsi, bien que 2 des femelles précédentes se fussent certainement accouplées antérieurement et dans des conditions apparues comme normales, le caractère de leur progéniture n'en fut pas modifié et leur reproduction resta conforme au mode parthénogénétique thélytoque.

Dans le cas qui nous occupe, malgré l'accouplement, les spermatozoïdes n'arrivent donc pas à déterminer une réelle fécondation de l'œuf qui se développe alors par parthénogénèse et nous arriverons plus loin à une conclusion identique lorsque

[1] Le nombre restreint des descendants de ces 4 femelles s'explique surtout par la quantité trop faible des œufs de Noctuelles mis à leur disposition et par les piqûres trop nombreuses que ces œufs durent subir. Il en est probablement de même pour le tube 3 où la descendance fut limitée à 29 individus.

nous donnerons les résultats de nos expériences de croisement entre le *Trichogramma flavum* et le *T. evanescens* (p. 519).

La représentation du sexe mâle se manifeste ainsi dans la lignée thélytoque avec un caractère rudimentaire et infonctionnel et l'on se trouve en présence d'un phénomène de même ordre que celui qui a été signalé par Pantel (1909, 1917) chez certains Phasmes.

Comme le fait remarquer Vandel, la sexualité mâle apparaît alors comme une sorte de monstruosité et résulte sans doute d'une anomalie chromatique survenant au cours de la maturation de l'œuf.

CHAPITRE IV.

Le *Trichogramma evanescens*.

(Souches naturelles provenant d'œufs de Lépidoptères et de pontes de Sialis).

(Pl. I, fig. 2).

---

1. *Définition et caractères distinctifs du biotype étudié.*

Les Trichogrammes désignés sous le nom de *T. evanescens* ont fait l'objet de très nombreux travaux, sans qu'il soit possible le plus souvent de préciser à quels biotypes se rapportent les observations qu'ils renferment.

Je me suis attaché à observer ce parasite dans la nature, comparativement au *T. cacaeciae* et au *T. flavum*, dans des conditions d'habitat étroitement déterminées.

Sauf indication contraire, il s'agira dans l'étude qui va suivre d'un biotype qui se rencontrait comme le *T. cacaeciae* aux environs immédiats de ma demeure non loin de Paris, à Antony (Seine); mais au lieu de se trouver dans des endroits ombragés et de parasiter des pontes de Tortricides fixées aux branches d'arbres, c'était surtout dans les champs de choux qu'il poursuivait le cycle de son évolution en y parasitant les pontes des divers Lépidoptères qui les fréquentaient, en particulier *Mamestra brassicae* (fig. 10, 11, 18 M, 19), *Mamestra oleracea, Pieris brassicae, Plusia gamma, Pionea forficalis*, etc., et parfois aussi les pontes d'autres insectes, tels que les Syrphes vivant aux dépens d'*Aphis brassicae*. Les pontes de *Mamestra* sont en particulier très attractives et, en milieu confiné (captivité), on obtient fréquemment un surparasitisme intense entraînant l'avortement de tous les parasites hébergés (fig. 19).

J'ai rencontré le même biotype avec des caractères qui m'ont paru identiques dans des stations similaires de régions fort différentes de la France. Il est extrêmement répandu et a été maintes fois observé.

Morphologiquement, il se distingue de *T. cacaeciae* par sa coloration beaucoup plus foncée et par ses ailes à irisation bleue dominante, leur base étant nettement pigmentée (Pl. I, fig. 2). Ces ailes sont proportionnellement plus longues et

les rangées de soies offrent un nombre d'éléments généralement plus grand [1]. Le vertex est brun, la face d'un jaune enfumé. Les hanches et fémurs des pattes postérieures sont noirs ou nigrescents. Le mésoscutellum, les parapsides, les scapulae sont fortement pigmentés ou presque noirs. Chacun des segments abdominaux est marqué dorsalement d'une large bande noire transversale se rétrécissant vers la ligne médiane. Le mésophragme noir en arrière et vu par transparence achève de donner une teinte foncée à l'abdomen.

Chez le *T. evanescens* des Lépidoptères du Chou qui m'a servi de sujet d'études, le microptérisme ou l'aptérisme ne se manifeste que rarement, même chez les

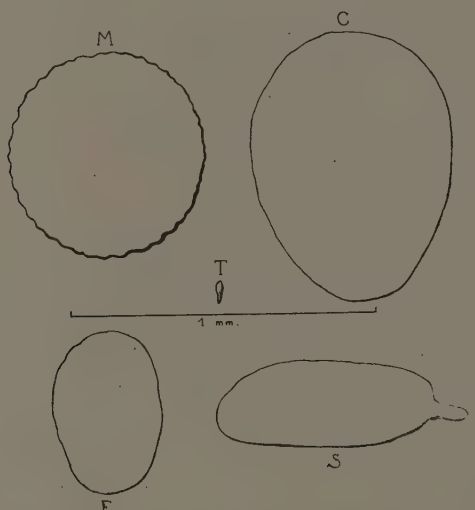


Fig. 18. — Schémas destinés à montrer les rapports de dimensions entre un œuf de Trichogramme et les œufs de quelques-uns des hôtes de ce parasite : T, œuf de Trichogramme; M, œuf de *Mamestra brassicae* (voir fig. 10, p. 465); C, œuf de *Cacaecia*; E, œuf d'*Ephestia*; S, œuf de *Sialis*. En raison de la forme bombée en dôme que présente l'œuf de *Mamestra*, son volume n'est pas inférieur à celui de l'œuf de *Cacaecia*.

individus de petite taille et il n'existe pas de dimorphisme saisonnier comparable à celui de *T. cacaeciae*. Lorsque l'aptérisme se présente, il se limite à une petite

[1] Ellinger et Sachtleben ont cru pouvoir baser sur le nombre des soies dans les 9 rangées fondamentales des ailes, une différenciation du *T. evanescens* en 3 formes distinctes. J'ai constaté que, suivant que l'on considère des lots d'origines différentes, on arrive à ce sujet à des conclusions fort diverses et n'ayant par suite pas de valeur appréciable au point de vue taxonomique. Dans un même lot, les variations sont d'ailleurs fréquentes. Le nombre des soies est avant tout en rapport avec la taille des individus et les dimensions des ailes, de sorte que dans une même lignée on peut avoir à cet égard suivant les individus et les conditions de milieu qui ont présidé à leur développement de très notables différences. La génération posthivernale du *Trichogramma cacaeciae* représente un cas extrême d'un processus de même ordre.

partie des mâles qui sont dimorphes : il y a pœcilandrie. Nous étudierons cet aptérisme plus loin, notamment chez les souches de *T. evanescens* émanant des pontes de Sialis; car c'est là qu'il se manifeste au plus haut degré et avec une extrême fréquence.

Le *T. evanescens* se distingue très nettement de *T. cacaeciae* par son activité et ses allures. Il est d'une vivacité plus grande. Si, par un temps chaud, on libère en pleine lumière quelques exemplaires éclos de pontes récoltées sur le chou, ils bondissent aussitôt pour prendre leur vol saccadé et disparaître après quelques zigzags.

Fig. 19. — Ponte anormalement abondante de *Trichogramma evanescens* dans un œuf de *Mamestra brassicae* (conditions artificielles de la captivité). Contenu d'un œuf étalé sur une lame porte-objet et monté dans le baume de Canada, fixation par le liquide de Brasil et coloration par l'hémalun.

Traités de la même façon, le *T. cacaeciae* des environs de Paris et le *T. flavum* d'Évaux ne font que des petits sauts répétés et généralement on les reprend facilement à l'aide d'un pinceau, sans qu'ils se soient envolés. Par temps orageux, on a une température élevée (27° à 30°), le *T. evanescens* entre dans un état de grande excitation; il devient alors difficile de maintenir tous ceux d'un élevage captifs dans un vase recouvert de mousseline et à moins de se servir de tissus extrêmement fins et résistants, certains d'entre eux arrivent toujours à forcer les mailles de leur prison. Dans de telles conditions, on n'arrive généralement pas à les déterminer à pondre dans les œufs qu'on leur présente et qui leur conviennent habituellement. Au moindre attouchement, ils réagissent violemment en sautant de tous côtés, puis au moment d'un saut disparaissent en prenant leur vol zigzagant.

Le *T. cacaeciae* et sa variété *flavum* sont à la même température et dans les mêmes conditions beaucoup moins agités ; ne faisant que courir ou sautiller, ils s'envolent peu et s'échappent moins facilement.

Il est à noter par contre que le *T. evanescens* a besoin d'une température plus élevée que les deux autres formes pour entrer en activité et que la génération printanière est généralement en retard de plus d'un mois sur celle de *T. cacaeciae* ou *T. flavum* (voir : hibernation).

Parthénogénèse arrhénotoque. — Je ne ferai que rappeler ici ce caractère de la reproduction de la forme que nous étudions. Il a en effet souvent été signalé et s'oppose avec une assez grande généralité à la thélytoquie de *T. cacaeciae* et de *T. flavum.*

Pour les souches naturelles émanant de pontes de Lépidoptères du chou, j'ai, maintes fois, isolé des femelles, dès leur éclosion, de façon à éviter qu'elles fussent fécondées; or en leur donnant des œufs de Papillons tels que *Mamestra* ou *Plusia* pondus dans des cages d'élevage, je n'ai jamais obtenu que des mâles pour la nouvelle génération qui sortit de ces œufs.

Mes observations, d'ailleurs, sont trop localisées pour exclure la possibilité, dans certaines circonstances, de lignées thélytoques. Nous verrons, en étudiant plus loin le *T. evanescens* des souches de Sialis que l'on peut, dans les conditions où vivent ces dernières, rencontrer des lignées présentant ce caractère [1].

2. *Cycle évolutif annuel et hibernation du* T. evanescens [2].

Les premiers *Trichogramma evanescens* adultes dont j'ai observé l'éclosion après hibernation dans les œufs de Lépidoptères sont apparus dans les derniers jours d'avril; d'autre part, dès le début de mai, j'ai vu des Trichogrammes pondre dans les œufs des Sialis. On peut donc pour les environs de Paris fixer à la fin d'avril ou aux premiers jours de mai, l'entrée en activité du *T. evanescens* après hivernage. Les générations se succéderont ensuite au rythme moyen de 20 à 30 jours d'intervalle entre deux générations successives. En partant de Trichogrammes ayant hiverné dans une ponte de *Pieris brassicae* et dont l'éclosion s'est produite le 30 avril 1927 nous avons obtenu trois autres générations dans des pontes de Piérides, de *Pionea forficalis* et de *Mamestra brassicae* : la 1re du 27 au 30 mai;

[1] D'après de Zulueta (1927), on constaterait pour le *Trichogramma evanescens* un fait qui serait la contre partie de sa parthénogénèse arrhénotoque et qui serait le suivant : les femelles ayant copulé donneraient naissance à une grosse majorité de femelles et seulement à quelques mâles. Ces mâles, fils de femelles ayant copulé, naîtraient probablement, comme dans le cas classique de l'Abeille, d'œufs ayant échappé à l'atteinte des spermatozoïdes. Il ne nous paraît pas douteux que dans bien des cas les choses doivent se passer d'une façon semblable, et pour le *Trichogramma evanescens* en pontes de Sialis nous avons fait des constatations de même ordre; mais nous ne croyons pas qu'il y ait de règle constante à cet égard; car nous avons observé des lots de femelles avec mâles en surnombre ayant donné une descendance comportant, en mélange avec les femelles, des mâles assez nombreux. Il est à noter que dès 1907 Vassiliev avait signalé que pour son *Trichogramma* (*Pentarthron*) *carpocapsae,* les femelles qui s'étaient accouplées engendraient des femelles en beaucoup plus grand nombre que des mâles (environ 15 fois plus de femelles que de mâles).

[2] Voir, pour données complémentaires : Hase (1925) et Faure (1926).

la 2e du 19 au 25 juin; la 3e vers le 15 juillet. Nous avons ensuite arrêté l'élevage de la lignée; mais d'après nos observations successives faites au dehors et sur élevages on peut estimer que les générations se succèdent dans l'année au nombre de 8 à 9 dans les pontes de Lépidoptères divers ou autres insectes.

Dans de telles conditions, on comprend avec quelle intensité cette espèce se multiplie au cours d'une année, si les hôtes qui lui conviennent ne lui font pas défaut. C'est ainsi que dans les cultures de choux envahies par *Mamestra brassicae*, on peut voir à mesure qu'on avance dans la saison le nombre des pontes attaquées par les Trichogrammes devenir de plus en plus grand; en 1926, par exemple, je notais que dans le courant d'août la proportion des œufs parasités atteignait déjà de 50 à 70 p. 100 et en septembre, il devenait à peu près impossible de trouver des pontes qui ne fussent pas contaminées, la plupart d'entre elles ayant tous leurs œufs parasités. Au cours des années suivantes j'ai souvent remarqué que dès le mois d'août, il devenait difficile de récolter des pontes qui ne fussent pas attaquées d'une façon plus ou moins complète par ces précieux auxiliaires. L'utilité des Trichogrammes dans les cultures ne peut être surestimée et il faut ne pas avoir observé ce qui se passe dans la nature pour exprimer un doute à cet égard.

Il nous reste, pour compléter l'étude du cycle annuel à envisager la question de l'hibernation :

Les recherches techniques concernant la multiplication artificielle des Trichogrammes en vue de leur utilisation agricole ont déjà mis en lumière des faits intéressants, à propos de l'application du froid à leur conservation et à leur transport[1].

On n'a toutefois que fort peu de données au sujet de l'hibernation naturelle de ces insectes et en particulier des différences pouvant exister à cet égard entre leurs divers biotypes[2].

Les observations qui suivent concernent le *T. evanescens* typique, celui que pendant plusieurs années, à Antony, j'ai vu évoluer au dehors ou dans mes cages, dans les œufs des Lépidoptères du Chou. Elles montrent que ce biotype est susceptible

[1] Howard et Fiske (1912) ont montré qu'une chute de température suffit pour retarder le développement de plusieurs semaines et même de mois entiers, alors même qu'on les expose ensuite à une température élevée. Des constatations de même ordre sur les répercussions que peut avoir sur le développement un séjour aux basses températures, soit en ralentissant l'évolution ultérieure, soit en provoquant la débilité ont été faites sur d'autres insectes par divers auteurs. Dans beaucoup d'autres cas dont le mieux connu concerne les œufs du Bombyx du Mûrier, une action limitée du froid suivie d'un retour de chaleur fait cesser la diapause et réactive les processus métaboliques.

Voir à cet égard : G. Cousin. Étude expérimentale de la diapause des insectes (Suppl. XV au *Bull. Biol. de France et de Belgique*, p. 247-261, 1932) ainsi que les travaux de Flanders (1930-1931) portant plus particulièrement sur les Trichogrammes.

[2] J. P. Kryger (1920) indique qu'ayant récolté au Danemark deux œufs parasités de *Gastropacha potatoria* le 15 octobre 1918 et les ayant mis en hivernage il obtint le 31 mai de l'année suivante 34 *T. evanescens* (32 femelles et 2 mâles tous ailés). Voir aussi : Peterson (1930) : hivernage de *T. minutum*, p. 4 du *Techn. Bull.*, n° 215.

d'hiverner dans des œufs de *Pieris brassicae*, de *Mamestra brassicae* et de *Plusia gamma*.

Observation 1. — Le 28 septembre 1926, une ponte de *Pieris brassicae* est donnée à des *T. evanescens* qui sont eux-mêmes éclos d'une ponte de *Mamestra*. Elle est en grande partie parasitée par ces insectes et les éclosions de la nouvelle génération se font, après hivernage au dehors [1], dans les derniers jours d'avril ou les premiers jours de mai 1927, juste un mois après la sortie des *T. cacaeciae* conservés dans les mêmes conditions. Elles donnent 25 mâles presque tous à ailes normales, quelques-uns à ailes bulleuses, mais sans certitude qu'ils soient à maturité. Il y a en outre 3 femelles [2]. Ces 3 femelles, après fécondation, sont utilisées pour élever une nouvelle génération dans des œufs de *Pieris rapae* et de *Pionea forficalis* qui se trouvaient au début de mai dans la campagne sur les choux. La possibilité de la continuation des générations après hivernage dans les œufs des Lépidoptères du chou se trouve donc ainsi complètement démontrée pour le *T. evanescens*. Elle est encore confirmée par les observations qui suivent.

Observation 2. — Un groupe de 5 œufs de *Mamestra brassicae* récemment pondus est piqué à la fin de septembre 1927 par une femelle fécondée de *Trichogramma evanescens*.

Dès le 16 octobre les œufs ont pris la teinte noire caractéristique des œufs parasités. Après hivernage au dehors, et entre le 1er et le 5 mai, a lieu l'éclosion de 8 Trichogrammes ailés dont 7 femelles et 1 mâle.

Observation 3. — Un groupe de 10 Trichogrammes (4 femelles et 6 mâles) éclos le 9 octobre 1928 d'une ponte de *Mamestra brassicae* est enfermé le 10 octobre dans un tube d'élevage. Dans ce tube sont ensuite distribués des œufs de *Plusia gamma* en 5 lots successifs échelonnés du 10 au 22 octobre. Ces lots sont formés de quelques œufs de *Plusia* provenant d'une cage d'élevage et sont collés sur des bandelettes de papier numérotées; après avoir été piqués par les Trichogrammes, ils sont retirés avec leurs supports et isolés dans de nouveaux tubes, puis mis en hivernage sous un abri de bois dans le jardin. Les résultats furent les suivants :

Pour le lot n° 1, constitué le 11 octobre 1928 : 2 éclosions, 30 avril 1929;
Pour le lot n° 2, constitué le 15 octobre 1928 : 6 éclosions, 30 avril 1929;
Pour le lot n° 3, constitué le 18 octobre 1928 : 2 éclosions, 30 avril 1929;
Pour le lot n° 4, constitué le 19 octobre 1928 : 7 éclosions, 30 avril au 9 mai;
Pour le lot n° 5, constitué le 22 octobre 1928 : 5 éclosions, 30 avril au 9 mai.

Les Trichogrammes étaient des 2 sexes bien que la proportion obtenue n'ait pas été notée. Tous les individus étaient ailés.

Observation 4. — Le 22 octobre 1928, un lot de 44 œufs de *Plusia gamma* est donné de 10 h. 40 à 13 h. 30 à de très nombreux Trichogrammes nouvellement éclos d'une ponte de *Mamestra brassicae*. Ces œufs sont ensuite retirés et mis en hivernage dans les mêmes conditions que précédemment. Les éclosions ont lieu le 30 avril 1929 et quelques jours après,

[1] Le 7 octobre, un certain nombre des œufs de cette ponte de *Pieris brassicae* donnèrent des chenilles qui furent détruites avec une pince au fur et à mesure de leur sortie. Les autres œufs contenant les parasites étaient encore de teinte jaune à cette époque et ne prirent leur coloration noire que vers la fin d'octobre. Le 9 octobre, en raison d'une température relativement élevée la ponte fut descendue dans un sous-sol assez frais et la mise en hivernage au dehors eut lieu à la fin du mois.

[2] La forte majorité de mâles s'explique par ce fait que le lot générateur précédent (septembre 1926) était d'une façon presque exclusive formé de femelles.

elles donnent 21 individus dont 14 femelles et 7 mâles. Tous les exemplaires étaient normalement ailés, même ceux de petite taille.

Dans ces différents cas et dans quelques autres analogues je n'ai que fort rarement remarqué, parmi les éclosions posthivernales, la présence d'individus à ailes atrophiées et restant plus ou moins tamponnées ou bulleuses. Il ne s'agissait en tout cas jamais d'un dimorphisme saisonnier comparable à celui de *T. cacaeciae*.

On remarquera les conditions précaires de l'hibernation pour le *T. evanescens*. Alors même que les individus qui éclosent à l'arrière-saison peuvent trouver des œufs, susceptibles d'héberger leur descendance pendant l'hiver, il y a dans ces œufs une forte mortalité et d'après les exemples qui précèdent nous voyons que le nombre des individus composant la première génération printanière est loin de correspondre à ceux des œufs de Lépidoptères piqués à l'automne par les femelles de la génération précédente.

Je n'ai que peu de données au sujet du stade de développement auquel se fait l'hibernation du *T. evanescens* à l'intérieur des œufs des Lépidoptères du Chou. Cependant en ouvrant le 20 mars 1927 un œuf de *Pieris brassicae* parasité en automne et ayant hiverné dans des conditions naturelles, j'ai trouvé à son intérieur la larve vivante du parasite avec la forme ovoïde qu'elle offre au terme de son évolution avant la période nymphale. Il est possible d'ailleurs que l'hibernation puisse aussi se faire à d'autres stades, notamment à un stade plus avancé. C'est ce que sembleraient indiquer les cas assez rares d'ailleurs où les éclosions d'un même lot se sont faites en deux temps séparés par la période hivernale, les uns par exemple en novembre et les autres dans les premiers jours de mai.

La possibilité de l'hivernage à l'état d'insectes parfaits entièrement dégagés de l'œuf parasite [1] ne peut non plus être complètement exclue; mais il n'a pas été observé.

3. — *La poecilandrie et l'aptérisme des mâles chez le* Trichogramma evanescens *évoluant dans les œufs de Sialis et dans les œufs de Lépidoptères.*

Si l'on se reporte aux travaux antérieurement publiés, on constate que différents auteurs mentionnent chez le *Trichogramma evanescens* l'existence de deux sortes de mâles, les uns ailés et présentant des antennes en plumets à longues soies, les autres aptères avec antennes à courtes soies et rappelant par leur structure celles des femelles. Entre ces deux formes des intermédiaires sont aussi parfois signalés. Le *Trichogramma evanescens*, d'après ces observations, donne un remarquable exemple de polymorphisme des mâles ou de pœcilandrie.

C'est surtout chez les Trichogrammes évoluant en mai-juin dans les pontes de Sialis sur les plantes croissant au bord des eaux que les mâles aptères à antennes

[1] Suivant l'hypothèse de Silvestri. Contribuzioni alla conoscenza biol. degli Imenotteri parassiti, II-IV, p. 82, 1908.

gynécoïdes ont été récoltés en grand nombre et ils peuvent alors se substituer entièrement aux ailés.

On doit leur premier signalement à Aurivillius (1897) qui les a décrits et figurés en même temps que les femelles ailées correspondantes sous le nom spécifique de *Oophthora semblidis*, d'après des exemplaires éclos en Suède de pontes de *Sialis lutaria*. Ultérieurement ils ont été observés dans le même pays par Kryger (1919), qui, sur un lot d'œufs de Sialis parasités, obtint 315 femelles, 324 mâles aptères et aucun mâle ailé.

En Amérique, nous nous trouvons en présence de constatations de même ordre : dans l'État de Michigan, au bord de lacs ou de cours d'eau, Ch. Martin (1928) a en effet signalé l'aptérisme des mâles chez les Trichogrammes issus de pontes de *Sialis infumata*. Que ces Trichogrammes américains appartiennent à une espèce différente (*T. minutum*, d'après Ch. Martin), ou qu'ils représentent comme nous le pensons un biotype se rattachant à notre *T. evanescens*, il n'en est pas moins remarquable de voir dans des aires géographiques aussi distinctes se réaliser le caractère très frappant de l'aptérisme des mâles chez des hôtes du même genre (*Sialis*) et dans des conditions de milieu identiques. On pourrait néanmoins se demander si, dans ces deux cas, on ne se trouve pas en présence de biotypes présentant à ce point de vue des caractères dominés par l'hérédité.

Les observations que nous avons faites sur les Trichogrammes des Sialis et que nous allons maintenant rapporter vont, au contraire, mettre en évidence l'importance de premier ordre que prennent les facteurs du milieu extérieur dans le déterminisme de l'aptérisme et du gynécomorphisme antennaire chez les mâles des *Trichogramma evanescens*.

Les souches mises en observation provenaient de pontes de *Sialis flavilatera* L. (= *lutaria* F.) sur feuilles de *Phragmites* ou sur végétaux quelconques surplombant la berge ou très voisins de cette dernière. Elles furent récoltées sur les rives d'étangs ou de cours d'eau aux environs de Paris, notamment à l'étang de Fresne (Seine), dans le courant des mois de mai de 1929 à 1935.

En 1935, à la suite de fréquentes visites au même étang, la plus grande activité de la ponte des Sialis a été notée au milieu d'avril. La fréquence de ces insectes et l'activité de la ponte diminuèrent ensuite graduellement et on ne rencontrait plus que de rares pondeuses dans les premiers jours de mai. J'ai obtenu des pontes de Sialis en captivité dans des bocaux recouverts de mousseline et contenant des tiges de plantes aquatiques dans le courant d'avril. Elles ont été utilisées pour y faire pondre les Trichogrammes dans des conditions connues. C'est au début de mai que j'ai vu apparaître ces parasites, au bord des étangs, sur les pontes de Sialis : ils se détachaient comme des points d'un bleu lumineux et irisé sur le fond sombre de ces dernières : en récoltant les pontes sur lesquelles on voit ainsi un Trichogramme installé au début de l'apparition des parasites, on peut l'observer poursuivant son travail pendant plusieurs journées et obtenir une descendance homogène correspondant à une femelle.

Les pontes de Sialis donnent les éclosions de leurs larves du milieu à la fin de mai ou au plus tard dans les premiers jours de juin et les Trichogrammes de nouvelle génération ne sortent qu'ultérieurement des œufs qui ont été parasités,

c'est-à-dire dans le courant de juin et surtout vers le milieu de ce mois. Ils présentent la coloration foncée et tous les caractères du *T. evanescens* de la Noctuelle du Chou; mais, tandis que les femelles ont les ailes normales à irisation bleue ou lilas, les mâles sont très généralement aptères, n'offrant à la place des ailes que quatre minuscules écailles[1]; leurs antennes sont en outre de type gynécoïde (fig. 20).

Nous avons remarqué pourtant que d'une façon générale, les antennes des mâles aptères se distinguent de celles des femelles par une indépendance moins com-

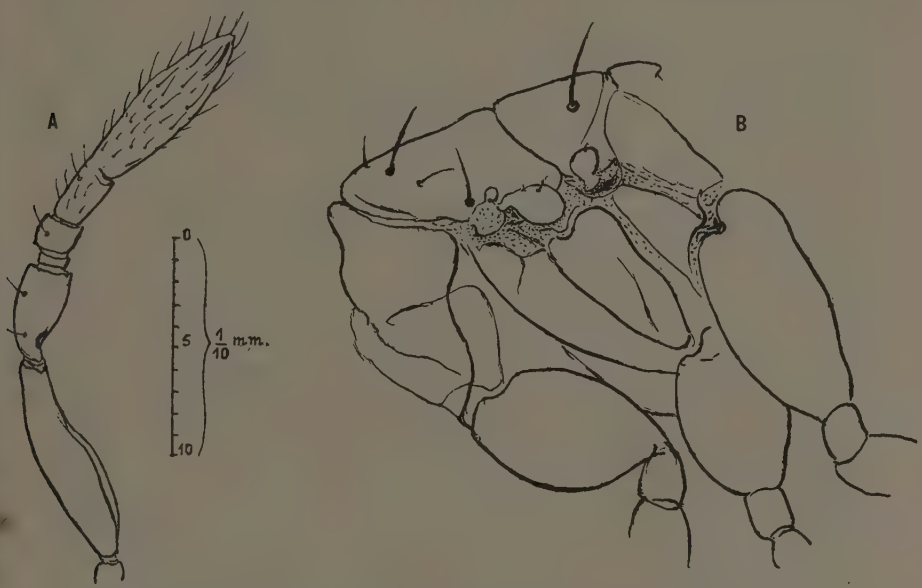


Fig. 20. — *Trichogramma evanescens* des Sialis. Mâle aptère : A, antenne gynécoïde (comparer avec la figure 21); B, thorax montrant les appendices squamiformes qui représentent les ailes.

plète des articles du funicule, ceux-ci restant même du côté dorsal plus ou moins reliés par un étroit pont membraneux avec la massue qui est aussi moins renflée. Quoi qu'il en soit, la similitude des antennes chez les femelles et chez les mâles aptères des Trichogrammes des Sialis reste très frappante.

La question se posait alors de savoir comment se comporterait au point de vue de l'aptérisme et du gynécocérisme des mâles, la génération suivante destinée à évoluer dans des conditions forcément différentes. Le cycle des Sialis ne comporte en effet qu'une génération par an, et comme leurs œufs pondus en avril-mai

[1] Voici par exemple trois numérations relatives à des observations faites au printemps de 1934 sur des pontes récoltées à l'étang de Fresnes et à Vincennes (Seine) :

1° 72 femelles, 84 mâles aptères, 1 mâle ailé;
2° 55 femelles, 74 mâles aptères, 0 mâle ailé;
3° 117 femelles, 120 mâles aptères, 1 mâle ailé.

éclosent au plus tard dans les premiers jours de juin, les Trichogrammes qui en sortiront dans le courant de juin ne trouveront plus d'œufs de Sialis leur permettant d'assurer le sort de la génération suivante. Ils devront dès lors pondre dans des œufs d'autres insectes et réalisant forcément des conditions de milieu s'écartant des premières.

Pour savoir donc quels seraient les caractères des mâles de la première génération succédant à la souche éclose des pontes de Sialis, je fis l'expérience suivante : Le 1er juin 1929, un peu avant l'éclosion des parasites qu'ils contenaient, des œufs de Sialis furent isolés dans des tubes distincts. Le 3 juin deux Trichogrammes femelles venant d'éclore dans ces conditions d'isolement et n'ayant eu par suite aucun rapport avec les mâles, furent à leur tour isolées chacune dans un nouveau tube en les pourvoyant l'une et l'autre de 50 à 60 œufs d'*Ephestia* collés sur une lamelle de carton. La descendance de ces deux femelles qui n'avaient pas été fécondées fut, comme c'est le cas le plus fréquent chez *T. evanescens*, exclusivement du sexe mâle : elle comporta pour chacune une cinquantaine d'individus qui tous présentaient au point de vue des ailes et des antennes des caractères inverses de ceux de la souche : ils étaient normalement ailés et leurs antennes étaient en plumets à longues soies (type de la figure 21 c, p. 509).

J'ai obtenu aussi dans les œufs d'*Ephestia*, une génération émanant de femelles s'étant accouplées avec des mâles aptères après leur émergence des œufs de Sialis ; or les mâles ailés de cette génération se trouvaient en énorme majorité par rapport aux mâles aptères : 41 ♂ ailés par exemple contre 7 aptères sur une population de 134 individus dont 48 étaient du sexe mâle et 86 du sexe femelle.

De tout ce qui précède il résulte que l'aptérisme et le gynécomorphisme antennaire trouvent au plus haut point dans le milieu constitué par l'œuf des Sialis les conditions qui provoquent leur manifestation.

De quelle nature sont ces conditions? Il est manifeste que l'on doit tenir compte de l'exiguïté du volume de l'œuf se joignant à sa nature physico-chimique spéciale.

Les expériences d'Antonio de Zulueta (1928) ont nettement démontré que pour des souches naturelles provenant d'œufs de Lépidoptères la carence alimentaire résultant du développement de deux parasites dans un œuf de volume restreint (œuf d'*Ephestia*) jouait à cet égard un rôle de premier ordre.

De notre côté nous avons obtenu, pour des souches naturelles provenant d'œufs de Sialis et élevées ensuite en œufs d'*Ephestia* des résultats semblables.

Voici par exemple, pour mieux préciser les faits, quelques observations :

1° Une ponte de Sialis donne du 14 au 16 juin 1934 une éclosion de 157 Trichogrammes qui se répartissent pour le sexe en 72 ♀, 84 ♂ aptères et 1 ♂ ailé.

Le 16 juin, je donne à ces Trichogrammes un groupe d'une cinquantaine d'œufs d'*Ephestia* collés les uns à côté des autres sur une carte.

Plus d'une quarantaine de femelles se mettent à pondre dans les œufs de cette agglomération jusqu'à ce que je les retire, c'est-à-dire pendant près de 3 heures.

D'autre part, le 18 juin je donne à ces mêmes Trichogrammes un très grand amas comportant un nombre d'œufs d'*Ephestia* beaucoup plus considérable que

la première fois. Bien que les parasites pondent avec une activité moins régulière et moins soutenue, je les laisse en présence de ces œufs pendant un temps un peu moins long que la fois précédente.

Le résultat est alors le suivant : le 1er lot d'œufs d'*Ephestia* qui est surparasité comporte un très grand nombre d'œufs déprimés et plissés ; beaucoup d'entre eux avortent ne donnant ni chenilles ni parasites. Le 1er juillet toutefois l'éclosion réduite des parasites commence et finalement elle se limite à 15 ♀, 9 ♂ ailés et 6 ♂ aptères minuscules. Par contre le 2e lot d'œufs d'*Ephestia* qui a été bien piqué par les Trichogrammes, mais sans excès, offre des œufs ayant tous conservé leur forme régulière et non déprimée et l'éclosion des parasites qui a lieu du 2 au 3 juillet comporte 62 ♀, 28 ♂ ailés et un seul ♂ aptère minuscule.

Sur 100 ♂, la proportion des aptères par rapport aux ailés se ramènerait donc à 40 aptères pour 60 ailés dans le premier cas où il y a eu carence alimentaire et à 3 aptères pour 97 ailés dans le deuxième cas où la nourriture a été suffisamment abondante.

D'une façon générale on peut dire que dans les générations succédant à la génération souche des Sialis mais élevées en œufs d'*Ephestia*, les mâles aptères, bien que rares, apparaissent en proportion d'autant plus forte que les lots d'où ils sont éclos ont été plus intensément parasités.

2° En faisant dans des tubes de très petite taille des isolements d'œufs d'*Ephestia* préalablement parasités par le Trichogramme des Sialis, j'ai noté que, lorsque deux Trichogrammes sortaient d'un même œuf, on obtenait pour l'ensemble des tubes correspondant à ces éclosions doubles une proportion de mâles aptères beaucoup plus grande que pour l'ensemble des tubes correspondant aux éclosions simples : cette proportion s'élevait alors à plus de la moitié, 8 ♂ aptères par exemple contre 5 ♂ ailés.

Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par de Zulueta pour le *Trichogramma evanescens* des souches de Lépidoptères.

Malgré l'importance indéniable de la carence alimentaire dans la manifestation de la poecilandrie, nous ne pensons pas pourtant qu'en ce qui concerne la génération-souche qui éclôt des œufs de Sialis, elle soit le facteur prépondérant. Pour cette génération les aptères constituent en effet l'immense majorité ou la totalité des mâles. Or l'œuf d'un Sialis n'est pas plus petit que l'œuf d'une *Ephestia* (voir fig. 18 p. 496). Il est à noter d'ailleurs que les mâles aptères de la génération souche des Sialis sont d'une taille qui très souvent n'est pas inférieure ou qui est même supérieure à celle des mâles ailés : la moyenne de la taille de ces mâles aptères pour cette génération est nettement supérieure à celle des mâles aptères que l'on voit apparaître d'une façon sporadique à l'état de minuscules avortons dans les générations suivantes qui évoluent dans les œufs d'autres insectes.

Ces mâles aptères des œufs de Sialis, ainsi que je l'ai constaté en faisant des isolements de ces derniers, n'ont pas besoin d'être associés dans un même œuf à un congénère pour se manifester. Un œuf de Sialis, au moins d'une façon très générale, ne donne qu'un parasite qui peut être soit une femelle soit un mâle le plus souvent

aptère. On pourrait songer aussi à attribuer un rôle, dans la détermination de la pœcilandrie du Trichogramme des Sialis, aux conditions d'humidité et de température. Étant donné ce fait que les pontes de Sialis sont déposées et évoluent au printemps à proximité d'une surface d'eau, il était naturel de penser que l'humidité et la fraîcheur constante des lieux de ponte pouvaient avoir une action déterminante dans la production de l'aptérisme chez les mâles des Trichogrammes. Malgré la saison avancée qui comporte en mai-juin une température déjà élevée, il se produirait là, en quelque sorte, en raison de la fraîcheur de ces stations, une prolongation des conditions hivernales susceptible d'amener la régression alaire chez les mâles. Nos observations ne sont guère en faveur d'une telle interprétation. Deux pontes de Sialis furent en effet récoltées le 12 mai 1934 sur plantes sèches (vieux épis de Phragmites de l'année précédente à l'écart du niveau de l'eau) et l'élevage fut continué à sec. Les éclosions des parasites commencèrent le 23 mai et se continuèrent les jours suivants. Or tous les mâles sans exception furent aptères : la numération faite d'après la méthode de la lamelle quadrillée donna exactement 55 ♀, 74 ♂ aptères et 0 ♂ ailé.

Pour conclure, tout en tenant compte du rôle joué par l'exiguïté du volume de l'œuf parasité, les causes déterminantes de l'aptérisme et du gynécomorphisme antennaire chez les mâles du Trichogramme des œufs de Sialis, nous apparaissent comme résidant principalement dans le milieu physico-chimique spécial que cet œuf constitue, ainsi que dans la nature particulière des membranes qui règlent les échanges avec l'extérieur.

Facteurs liés au mode de reproduction et facteurs génotypiques. — De tout ce qui précède il résulte incontestablement que l'influence des facteurs du milieu sur la production de l'aptérisme chez les ♂ du Trichogramme des Sialis est primordiale. Une question pourtant se pose encore : Pourquoi la tendance à la manifestation de l'aptérisme pour le Trichogramme des Sialis ne se réalise-t-elle que chez les mâles? Si nous tenons compte de ce fait que nous avons vu le microptérisme se réaliser dans le sexe femelle d'une façon très nette dans certaines conditions de milieu (hivernation, réduction de l'alimentation) pour une forme parthénogénétique thélytoque telle que le *Trichogramma cacaeciae*, l'interprétation à laquelle on ne peut s'empêcher de penser est que le développement parthénogénétique se présente comme une condition qui en s'ajoutant à celles du milieu favorise la régression alaire.

En effet, chez le *T. evanescens*, les mâles se développent, au moins dans un très grand nombre de cas, suivant le type de la parthénogénèse arrhénotoque. Le cas des Trichogrammes est à rapprocher à cet égard de celui d'un Hyménoptère du même groupe, le *Prestwitchia aquatica* Lubbock, qui pond dans les œufs de Dytiscides et dont les mâles sont toujours microptères, tandis que les femelles se présentent sous deux formes distinctes, l'une macroptère, l'autre brachyptère. Or les mâles sont produits par parthénogénèse arrhénotoque, ainsi que l'ont établi les observations de Rimsky-Korsakow (1918-1920). D'après cet auteur,

il y aurait dans ce cas deux races héréditaires l'une à ♂ macroptères, l'autre à ♀ brachyptères. Si des croisements n'interviennent pas, les ♀ macroptères ne donnent que des macroptères et les femelles brachyptères ne donnent que des brachyptères. Dans chacune des races, il y a d'ailleurs de notables variations de la longueur des ailes suivant que les individus se sont développés en nombre plus ou moins grand dans le même œuf; mais les deux courbes de variation des deux races ne chevauchent pas l'une sur l'autre. L'action de l'hérédité prépondérante, mais se manifestant d'une façon conjointe à celle du milieu, est dans ce cas évidente.

Bien que pour le *Trichogramma evenescens*, nous nous soyons trouvés en présence d'un cas où l'action du milieu est particulièrement manifeste, on ne doit pas en conclure pourtant que la part des facteurs héréditaires soit négligeable et il est probable que si l'on isolait des lignées, on trouverait parmi elles des variations notables dans la faculté de réagir par la longueur des ailes à l'action du milieu. Le fait que la proportion des mâles aptères par rapport aux mâles ailés dans les lots d'*Ephestia* fortement parasités a atteint dans mes expériences pour les souches de Sialis un taux plus élevé que pour les souches de Lépidoptères [1] serait en faveur de cette manière de voir.

Il nous reste maintenant à envisager la question de l'aptérisme et du polymorphisme des mâles chez le *Trichogramma evanescens* se développant dans la nature à partir de pontes de Lépidoptères et à l'écart de stations où se rencontrent les Sialis.

D'une façon générale ce qui ressort des observations des auteurs qui ont fait porter leur attention sur ce point c'est que dans de telles conditions les mâles aptères ne se montrent qu'assez rarement et que, lorsqu'ils apparaissent, ils sont en proportion beaucoup plus faible que lorsqu'il s'agit de Trichogrammes ayant évolué dans les pontes de Sialis [2]. La rareté relative de ces mâles dans les œufs de Papillons et de beaucoup d'autres insectes ressort notamment des travaux de Hase et de Hintzelmann qui, à l'époque où ils ont écrit leurs mémoires (1925), n'avaient jamais vu que des mâles ailés. Faure et Ferrière qui en France ont fait particulièrement porter leurs observations sur les œufs de *Pieris brassicae* n'ont jamais obtenu d'éclosions de mâles aptères. Kryger (1918, p. 281) qui en Suède a noté la fréquence des mâles aptères dans les pontes de Sialis ajoute que ces mâles deviennent excessivement rares et les mâles ailés par contre très abondants lorsque les élevages portent sur des pontes de Lépidoptères récoltées à l'écart de l'eau. Seuls Silvestri et Masi (1912, 1909) qui ont constaté l'existence des mâles aptères et gynécocères en Italie dans des élevages provenant d'œufs de *Mamestra*

[1] Il n'est question ici que de souches de Lépidoptères éloignées de stations à Sialis; car il se peut que des pontes de Lépidoptères prises dans une station à Sialis hébergent des Trichogrammes présentant une tendance plus grande à donner des mâles aptères.

[2] Ch. H. Martin (1928) a aussi pour le *Trichogramma minutum* aux États-Unis (Michigan) noté la fréquence des aptères dans les pontes de Chrysops qui se trouvent sur les plantes aquatiques, un peu plus tardivement en moyenne que les pontes de Sialis. C'est dans les pontes les plus précoces que les aptères seraient les plus nombreux. Mais l'auteur ne fait aucune distinction pour les sexes et il parle même de femelles aptères.

brassicae paraissent les avoir observés avec une certaine fréquence; mais ils n'ont noté ni dans quelles conditions saisonnières ni dans quelle proportion par rapport aux mâles ailés ils les avaient rencontrés.

C'est à Antonio de Zulueta (1928), comme nous l'avons rappelé ci-dessus, que l'on doit les indications les plus précises à cet égard, indications qui montrent que l'aptérisme des mâles du *T. evanescens* dans les œufs de Lépidoptères est une modification due aux conditions dans lesquelles le développement du parasite se poursuit dans l'œuf de l'hôte. En partant d'une souche de *T. evanescens* venant d'Allemagne et en poursuivant l'élevage dans des œufs d'*Ephestia* pendant plusieurs générations successives, tantôt sur des femelles s'étant accouplées avec des mâles de l'une ou de l'autre forme, tantôt sur des femelles non fécondées, de Zulueta arrive à cette conclusion que rien n'autorise à supposer que les mâles aptères ont un génotype différent des mâles ailés du même élevage. L'influence du milieu est par contre manifeste : Car dans tous les cas où il ne se développe dans l'œuf d'*Ephestia* qu'un seul Trichogramme mâle, celui-ci de taille relativement grosse est toujours un ailé. Au contraire, dans les cas où un mâle se développe dans un même œuf d'*Ephestia*, à côté d'un ou de plusieurs autres parasites de n'importe quel sexe, trois possibilités se présentent, ce mâle pouvant être un ailé, un intermédiaire ou un aptère. Les aptères d'ailleurs sont toujours de beaucoup les plus rares [1].

A la lumière des données qui précèdent on comprend comment les auteurs, suivant le degré du parasitisme des œufs auxquels ils ont eu affaire, aient pu à l'égard de l'existence des mâles aptères avancer des assertions négatives ou au contraire positives. Il est à remarquer que la souche qui a été le point de départ des élevages de Zulueta ne paraît lui avoir jamais donné de mâles aptères présentant d'antennes gynécoïdes typiques comparables à celles des mâles aptères du Trichogramme des Sialis (fig. 20) et à celles que Silvestri et Masi ont figurées aussi pour les mâles aptères du Trichogramme parasitant les œufs de *Mamestra brassicae* [2].

[1] C'est ainsi que d'après de Zulueta sur près de 700 œufs d'*Ephestia* parasités, 549 à l'éclosion donnèrent pour un même œuf un seul Trichogramme et parmi ces 549 individus il y avait 351 femelles et 198 mâles tous normalement ailés, pas d'aptères et pas d'intermédiaires. Par contre 107 œufs donnèrent à l'éclosion pour un même œuf deux Trichogrammes, et parmi ces 107 œufs doublement parasités il y en eut 7 qui donnèrent un mâle aptère partageant dans cinq cas son berceau avec une femelle et dans deux cas avec un mâle ailé; il y eut en outre un certain nombre de mâles intermédiaires associés soit à une femelle soit à un mâle ailé; enfin dans un cas, un même œuf d'*Ephestia* donna naissance à 3 Trichogrammes, qui tous les trois étaient des mâles intermédiaires. Une petite proportion d'œufs resta sans éclore.

[2] A. de Zulueta décrit en effet la poecilandrie de *T. evanescens* de la façon suivante : « Les mâles présentent deux types : 1° mâles ailés, toujours les plus nombreux : ils ont les ailes pareilles à celles des femelles et les antennes (fig. 21 c) à nombreuses soies (43 environ sans compter les petites); ils sont bien des mâles ordinaires. 2° mâles aptères, assez rares; de taille plus petite; avec des ailes nulles ou presque nulles, leurs antennes (fig. 21 b) ont un plus petit nombre de soies (14 environ, sans compter les petites) ce qui fait qu'elles ressemblent un peu à celles des femelles (fig. 21 a), quand on les observe à un faible grossissement, mais

Fig. 21. — Antenne de *Trichogramma evanescens* (lignées parasitant les œufs de Lépidoptères) [d'après de Zulueta].
A, chez la femelle; B, chez le mâle aptère; C, chez le mâle ailé. (Gr. = 380.)

Dans les nombreux élevages que j'ai faits moi-même du *Trichogramma evanescens* à partir de souches recueillies à Antony dans des œufs de *Mamestra brassicae*, je n'ai observé l'aptérisme ou le microptérisme des mâles que d'une façon très exceptionnelle, alors surtout que le développement s'était fait dans des conditions impliquant un métabolisme ralenti (pénurie alimentaire, notamment); même dans les cas où de telles conditions se présentaient, ils étaient toujours rares et consistaient en de minuscules avortons parmi de nombreux mâles ailés [1]. Ces mâles aptères offraient les caractères décrits par les auteurs. Tantôt les antennes présentaient l'aspect gynécoïde du Trichogramme des Sialis, tantôt elles se rapprochaient à des degrés divers du type des mâles ailés conformément à la description et au dessin (fig. 21 B) donné par de Zulueta.

4. *Les lignées bisexuées à parthénogénèse arrhénotoque et les lignées thélytoques chez le* Trichogramma evanescens *des Sialis.*

Suivant les lots que l'on examine, lorsque l'on fait des élevages en isolant dans des tubes distincts des pontes de Sialis, on observe des proportions numériques très différentes entre les deux sexes, le nombre des femelles l'emportant dans certains cas de beaucoup sur celui des mâles, tandis que dans d'autres cas c'est l'inverse qui se produit. Ce fait tient en partie aux circonstances variées qui ont pu favoriser ou contrarier à des degrés divers la fécondation des femelles, le nombre des mâles étant, en général, d'autant plus grand, par suite de la parthénogénèse arrhénotoque, qu'il y a eu plus de femelles non fécondées [2]. Mais la disproportion que l'on observe si fréquemment dans la répartition des sexes peut aussi tenir, ainsi que je m'en suis rendu compte en poursuivant l'élevage de certains lots, au mélange dans une même localité de lignées bisexuées et de lignées à parthénogénèse thélytoque. Parmi mes observations, celle qui offre

ce sont évidemment des antennes de mâles. Entre ces deux types, il existe des formes de passage comme l'ont fait observer Silvestri (1908), Masi (1909), Ferrière et Faure (1924); quand on examine un grand nombre d'individus, on voit des ailes de différente grandeur et à des états divers de développement, et pour les antennes on trouve aussi une gradation pareille, puisque j'ai observé des antennes à 14, 17, 18, 20, 24, 30, 32 et 43 soies... »

[1] Il faut se garder de compter pour mâles aptères des mâles de très petite taille qui gardent leurs ailes non déployées au moment de l'éclosion et ne les étendent complètement qu'assez longtemps après.

[2] Certaines pontes de Sialis m'ont donné une très forte majorité de femelles, les mâles pouvant même être très rares, tandis que la génération suivante issue de ces femelles qui pour la plupart n'avaient pas copulé comportait exclusivement ou presque exclusivement des mâles. On peut admettre que dans ce cas les pontes de Sialis avaient été parasitées par des femelles fécondées et que ces femelles appartenaient à une lignée caractérisée à la fois par l'arrhénotoquie (en cas de non accouplement antérieur) et par une gynotoquie largement prédominante (en cas d'accouplement). Nous avons vu que de Zulueta a déjà appelé l'attention sur un phénomène semblable pour le *Trichogramma evanescens* dans les pontes de Lépidoptères. C'est d'ailleurs ce que, d'une façon générale, on peut constater chez l'Abeille.

à cet égard les indications les plus nettes est celle qui est résumée dans le tableau établi ci-dessous et dans les lignes qui suivent.

Une ponte de Sialis qui a été récoltée à Vincennes (Seine) le 5 juin 1934, après isolement dans un tube d'élevage, donne du 14 au 16 juin une abondante éclosion

Génération souche (dans œufs de *Sialis*).

117 ♀ —— 120 ♂ aptères —— 1 ♂ ailé.

↓

Génération 1 (dans œufs d'*Ephestia*).

86 ♀ —— 7 ♂ aptères —— 41 ♂ ailés.

↓

Génération 2 (dans œufs d'*Ephestia* en deux services).

1er essaim (correspondant aux éclosions du 1er service).	2e essaim (correspondant aux éclosions du 2e service).	
196 ♀ —— 1 ♂ aptère —— 42 ♂ ailés.	Lot H (= série des 17 premiers individus éclos, tous ♀).	Lot H bis (= série d'individus éclos après les 17 ♀ du lot H et comportant ♂ et ♀, ces dernières en majorité).

↓

Génération 3 (dans œufs d'*Ephestia*).

Partie issue du 1er essaim :	Partie issue du lot H du 2e essaim	Partie issue du lot H bis du 2e essaim :
Non suivie.	(développée en trois services d'œufs d'*Ephestia*) : 157 ♀ —— 1 ♂ ailé.	125 ♀ —— 34 ♂ ailés.
	↓	
	Générations 4, 5, 6 et 7 (en œufs d'*Ephestia* pour 4, 5 et 6; en œufs d'*Ephestia* et de *Sialis* pour la génération 7) : Exclusivement ♀.	

de Trichogrammes. L'examen ultérieur des exemplaires conservés dans l'alcool montrera que cette population comporte 117 ♀, 120 ♂ aptères et 1 ♂ ailé, donc

plus de 50 p. 100 de ♂. Les femelles pondent dans les œufs d'Ephestia qui leur sont distribués en 3 services successifs du 16 au 19 juin [1].

La *génération n° 1,* issue des œufs d'*Ephestia* donnés en 3 services à la souche précédente, éclôt du 30 juin au 5 juillet [2]. Elle comporte 86 ♀ et 48 ♂ dont 41 ailés et 7 aptères; soit donc environ 35 p. 100 de mâles.

La *génération n° 2* issue des œufs d'*Ephestia* donnés en deux services à la génération n° 1 éclôt en deux essaims successifs (correspondant aux deux services précédents), l'un du 12 au 14 juillet, l'autre du 20 au 24 juillet. Le 1er essaim n'est pas employé pour la suite des expériences, mais conservé dans l'alcool, il n'est utilisé que pour le dénombrement des sexes et l'examen ultérieur montre que ce lot comporte 196 femelles et 43 ♂ dont 42 normalement ailés et 1 aptère. Ainsi donc le nombre des femelles par rapport à celui des mâles croît pour les générations successives et à la 2e génération les mâles ne comptent plus que pour moins de 20 p. 100 dans la population, alors que dans la génération 1, leur nombre atteignait environ 35 p. 100, et que dans la souche il dépassait 50 p. 100.

Le deuxième essaim de la génération 2 constitue le lot auquel vont se limiter les opérations. Je remarque dans les premières heures de l'éclosion (matinée du 20 juillet) que tous les individus éclos jusqu'à ce moment sont du sexe femelle. A 8 heures il y a 8 ♀, à midi il y en a 17. Estimant dès lors que je puis me trouver en présence de la descendance d'une ou de plusieurs femelles thélytoques, j'isole les 17 femelles qui viennent ainsi d'éclore, en les séparant de la carte portant l'agglomération d'œufs d'*Ephestia* d'où elles sont sorties; à cet effet cette carte est retirée du tube où elles se trouvent et portée dans un tube neuf dans lequel se poursuivra la suite des éclosions pendant quelques jours encore, tandis que les 17 femelles restent dans l'ancien tube. Nous aurons ainsi 2 séries parallèles faisant partie de la 2e génération et comportant l'une les 17 femelles non fécondées et leur descendance (série H), l'autre les Trichogrammes dont les éclosions ont, après le 20 juillet, succédé à celles des femelles précédentes et qui comporteront des individus des deux sexes (série H *bis*). C'est la série H qui retiendra surtout notre attention, et c'est sur elle que portent les observations qui suivent :

Génération n° 3. — Elle comporte les Trichogrammes issus des œufs d'*Ephestia* donnés en 3 services successifs (20, 21, 23 juillet) aux 17 femelles non fécondées de la série H. L'éclosion de ces Trichogrammes se fait le 2 et le 3 août pour le 1er service d'œufs d'*Ephestia;* le 3 et le 4 août pour le 2e service; le 4 et le 5 août pour le 3e service. Or tous les Trichogrammes issus de ces 3 services sont femelles

[1] Les œufs ont été déposés par les papillons dans de la poudre de lycopode à l'abri de toute cause de contamination; les papillons eux-mêmes ont été élevés soit dans des bocaux, soit dans des cages. A chaque service les œufs obtenus après tamisage de la poudre ont été groupés et collés avec de l'eau miellée sur une petite lame de carton donnée ensuite aux Trichogrammes.

[2] Elle ne correspond évidemment qu'à une partie d'une descendance complète de la souche.

à l'exception d'un seul qui est un mâle ailé provenant du 2e lot. Le recensement donne les résultats suivants :

1er service	31 femelles	0 mâle.
2e service	99 —	1 mâle ailé.
3e service	27 —	0 mâle.
Total pour les 3 services	157 femelles	1 mâle ailé.

La succession des générations n'est alors suivie qu'en prenant comme génératrices les Trichogrammes exclusivement femelles issus des œufs du 1er et du 3e services; celles du 2e service qui comportait un mâle exceptionnel sont par contre éliminées. Trois nouvelles générations, la 4e, la 5e et la 6e, comportant exclusivement des femelles sont ainsi obtenues avant l'hiver, en servant aux Trichogrammes de 3e, de 4e et de 5e générations une ou plusieurs cartes garnies d'œufs d'*Ephestia*. La 4e génération éclôt du 19 au 27 août; la 5e très échelonnée éclôt dans le cours du mois de septembre; la 6e génération éclôt à partir du 10 octobre et se poursuit tous les jours suivants jusqu'à la fin du mois. Une partie toutefois de cette 6e génération provenant des derniers échelonnements des œufs produits par la précédente n'éclôt pas avant l'hiver : elle est conservée au cours de la saison automno-hivernale partiellement dans un local non chauffé, partiellement dans un frigidaire. L'éclosion posthivernale pour cette partie retardataire de la 6e génération a lieu du 5 au 10 mai 1935. Elle ne comporte aussi que des femelles : celles-ci pondent du 6 au 15 mai, soit dans des œufs d'*Ephestia* collés sur cartes, soit dans une ponte de *Sialis flavilatera* (= *S. lutaria*) [1]. La 7e génération, issue de ces femelles posthivernales, éclôt dans la première quinzaine de juin, aussi bien pour les œufs d'*Ephestia* que pour ceux de Sialis. Elle ne comporte également que des femelles.

Une remarquable thélytoquie s'est donc maintenue au cours des saisons les plus diverses dans cette très nombreuse lignée portant sur 5 générations successives (3e à 7e), à partir de la souche originelle des Sialis. Nous nous trouvons donc bien en présence d'une lignée thélytoque émanant d'une souche qui contenait plus de 50 p. 100 de mâles, lignée que nous avons séparée à partir de la 2e génération ayant succédé à la souche originelle éclose des œufs de Sialis et qui, sauf dans l'un des lots de la 3e génération où est apparu un mâle exceptionnel, n'a donné pour tous les autres lots que des femelles [2].

[1] Cette ponte, pour éviter le parasitisme antérieur, avait été obtenue en enfermant dans un bocal garni de mousseline des femelles de Sialis capturées au moment de la ponte en avril sur les roseaux. En donnant en même temps aux pondeuses des supports convenables tels que segments de tiges de Phragmites, chaumes, ou branchages, on peut obtenir pour certaines d'entre elles de grandes agglomérations d'œufs donnant toutes les garanties désirables pour ne pas être parasitées.

[2] L'évolution de la série II *bis* composée d'individus des deux sexes n'a été qu'incomplètement suivie. Sa branche initiale (faisant partie de la génération 2 de l'élevage) comportait, — surtout au début des éclosions (20 et 21 juillet)— une grande majorité de femelles, puis les éclosions des mâles s'échelonnèrent ensuite plus nombreuses, mais en quantité moindre

Si les observations qui viennent d'être rapportées nous ont mis en présence, pour le *T. evanescens*, d'une lignée thélytoque ne pouvant être distinguée par tous ses caractères morphologiques des femelles habituelles à parthénogénèse arrhénotoque, nous n'en conclurons pourtant pas que cette lignée a pris forcément naissance au cours de nos élevages; il est en effet fort possible que, malgré la très forte proportion de mâles que contenait la souche (plus de 50 p. 100), il y eût déjà parmi les femelles un ou plusieurs individus doués de parthénogénèse thélytoque exclusive ou facultative. L'existence de lignées thélytoques chez le Trichogramme des Sialis n'en est pas moins démontrée et lorsque, dans un lot de Trichogrammes émergeant d'une même ponte de Sialis, la proportion des sexes est caractérisée par une prépondérance marquée du sexe femelle, ce fait doit être suivant les cas, imputé à deux causes différentes agissant, soit isolément, soit en s'unissant l'une à l'autre : la première de ces causes consiste dans l'intervention pour parasiter la ponte d'une ou plusieurs femelles capables de parthénogénèse arrhénotoque, mais s'étant effectivement accouplées et présentant alors une gynotoquie exclusive ou prépondérante : en ce cas, les femelles issues des précédentes et tenues à l'écart des mâles ne produiront elles-mêmes que des mâles. La deuxième cause consiste dans l'intervention de femelles thélytoques : en ce cas, les femelles issues de ces dernières et qui se reproduisent sans avoir été fécondées ne produiront elles-mêmes que des femelles. Il se peut aussi — mais le fait n'est pas démontré — que certaines lignées aient une tendance plus ou moins grande à la production de mâles biparentaux, c'est-à-dire issus d'œufs fécondés [1] ; ce dernier facteur ne pourrait tendre d'ailleurs, à l'inverse des précédents, qu'à renforcer la proportion des mâles.

5. *Comportement du* Trichogramma evanescens *en présence de pontes de Lépidoptères divers.*

La facilité avec laquelle on peut obtenir la ponte du *T. evanescens* dans des œufs d'insectes fort divers a été mise en lumière par plusieurs auteurs et en particulier par Hase (1925). Les *T. evanescens* des souches naturelles que j'ai observées (notamment pontes des Lépidoptères du chou, aux environs de Paris) sont loin pourtant de montrer une attraction égale pour tous les œufs qui peuvent leur être présentés. D'une façon générale, les œufs de *Mamestra* et de quelques autres Noctuelles se montrent les plus attractifs. Les œufs de *Pieris* le sont à un moindre degré et les œufs d'*Ephestia* le sont encore moins. En ce qui concerne les ooplaques de *Cacaecia*, le *T. evanescens* a toujours refusé de pondre à leur intérieur

que celles des femelles. La génération suivante (correspondant à la 3e succédant à la souche primitive des œufs de Sialis) donna au recensement, en 3 lots successifs : 28 femelles et 7 mâles; 32 femelles et 5 mâles; 65 femelles et 22 mâles; soit au total : 125 femelles et 34 mâles tous ailés. La proportion des mâles ne dépassait donc guère 21 p. 100.

[1] Il ne semble pas qu'un mécanisme semblable à celui qui intervient d'après H. F. Barnes (*Journal of Genetics*, t. XXIV, p. 225-234, 1931) pour produire les familles unisexuées chez certaines Cécidomyies puisse ici entrer en ligne de compte.

pendant la fin de la saison estivale et pendant la période automno-hivernale, c'est-à-dire pendant tout le temps correspondant à la phase de diapause des œufs de *Cacaecia*. Ils se comportent donc en ce sens comme le *Trichogramma cacaeciae*. Voici le compte rendu de mes observations sur le *T. evanescens* en présence d'ooplaques en diapause :

Le 26 août 1926, une dizaine de *T. evanescens* des deux sexes sont éclos d'une petite ponte de *Mamestra brassicae* dans un tube d'élevage. Le même jour, je mets à leur disposition deux ooplaques de *Cacaecia rosana* fixés sur fragments d'écorce de pommier et qui, pondus en juin-juillet, viennent d'être récoltés dans ma grande cage de plein air : les Trichogrammes passent et repassent sur ces ooplaques en diapause au hasard de leurs courses, mais sans s'y arrêter. Même en concentrant les parasites sur les pontes par un éclairage ne portant que sur la partie du tube où elles se trouvent, ils restent d'une indifférence complète à leur égard. A l'aide d'une pince, j'introduis alors une ponte fraîche et blanche de *Mamestra brassicae* fixée sur une parcelle de feuille de chou. Au bout de quelques minutes un Trichogramme s'arrête et se met à pondre dans un des œufs de la Noctuelle, puis quelques instants après deux autres s'installent également sur des œufs de la même ponte, et les lardent de leur tarière. Les parasites sont alors chassés en les écartant avec la pointe d'un pinceau, de façon à les rejeter vers le fond du tube après en avoir débarrassé la ponte et le morceau de feuille; puis ce dernier avec les œufs qu'il supporte est retiré du tube. Les Trichogrammes dès lors se trouvent à nouveau seulement en présence des ooplaques de *Cacaecia* : ils ne leur accordent toujours pas la moindre attention. Au bout d'une heure environ, je réintroduis la parcelle de feuille de chou portant la ponte de *Mamestra* et bientôt 2, puis 3 Trichogrammes explorent cette dernière et s'y installent pour y déposer leurs œufs. Pendant plus d'une heure encore, jusqu'à 7 heures du soir les mêmes Trichogrammes ou d'autres du même lot restent en permanence, occupés à pondre dans les œufs de la Noctuelle, tandis que la ponte de *Cacaecia* reste toujours déserte. Le 27 août et jours suivants je constate encore le refus des mêmes parasites de pondre dans les pontes de *Cacaecia* qui seules sont restées à leur disposition.

Sept autres observations fort analogues et dont je ne donnerai pas le détail furent faites à la suite de la précédente en 1926 et donnèrent des résultats entièrement concordants. Elles portèrent sur un matériel plus considérable. Dans l'un des tubes notamment, les Trichogrammes étaient éclos à la fin d'août d'une ponte de *Mamestra* qui comportait 80 œufs parasités et qui, à l'éclosion, donna dans le tube une véritable nuée de parasites. Or les femelles se concentrèrent en grand nombre sur les pontes fraîches de *Mamestra* que je leur fournissais, laissant par contre désertes les pontes de *Cacaecia* qui leur étaient offertes ou les traversant sans s'arrêter et au hasard de leurs courses. En prenant soin de bien nourrir les parasites avec de l'eau miellée, j'ai pu suivre pendant une huitaine de jours leurs évolutions et voir, chaque journée, leurs rassemblements se constituer sur les pontes de *Mamestra* qui leur étaient distribuées, pouvant compter jusqu'à 30 de ces parasites groupés pour déposer leurs œufs dans une même ponte, si bien

que leur masse formait parfois un voile noir à sa surface, tandis que, les pontes de *Cacaecia* restaient totalement délaissées. Les derniers jours de l'expérience (fin de la 1re semaine de septembre) les groupes devenaient de moins en moins denses et au bout de 8 à 10 jours tous les parasites étaient morts.

Dans certains tubes, j'ai poursuivi les observations sur deux et trois générations successives en obtenant des résultats tout à fait semblables. Parfois des œufs de *Pieris brassicae* furent donnés : ils furent parasités par les Trichogrammes, mais exercèrent pourtant sur eux une attraction moindre et les groupes qui se formaient sur les pontes de Piérides étaient beaucoup moins importants que ceux qui se constituaient sur celles de Mamestres.

Dans tous les cas les pontes de *Cacaecia* mises en présence des Trichogrammes et qui leur furent fournies en même temps que des pontes fraîches de *Mamestra* ou de *Pieris* furent conservées jusqu'au printemps de 1927 et l'observation confirma qu'elles n'avaient pas été parasitées par les Trichogrammes. Les pontes de *Mamestra* ou de *Pieris* donnèrent au contraire, soit avant l'hiver, soit plus rarement au printemps, de nombreux Trichogrammes de nouvelle génération, sauf dans quelques cas où les pondeuses avaient été en surnombre; car, dans de telles conditions, les œufs des papillons portant de multiples piqûres ne tardent pas à se dessécher.

Par contre lorsque les ooplaques de *Cacaecia* sont pondus depuis peu et qu'ils ne sont pas encore entrés en diapause, en juin ou dans les premiers jours de juillet, le comportement du *T. evanescens* varie, suivant les lots qui sont mis en observation et l'on obtient tantôt des résultats négatifs et tantôt des résultats positifs.

Les différences de comportement à cet égard entre *T. evanescens* et *T. cacaeciae* sont donc moins constantes que je l'avais cru antérieurement en me basant sur mes premières observations de 1927.

Voici d'abord le résumé de l'une des observations de 1927 ayant donné un résultat nettement négatif en ce qui concerne l'attirance du *T. evanescens* par les ooplaques de *Cacaecia*, alors même qu'ils ont été fraîchement pondus et avant la période de diapause.

Le 22 juin, dans la matinée, vers 9 heures, je prends comme sujet d'expérience un ooplaque déposé la veille en captivité sur une plaquette de carton : il a la teinte verte des ooplaques fraîchement pondus et est offert dans un tube d'élevage à une bande d'environ 25 *Trichogramma evanescens* des deux sexes éclose entre le 19 et le 21 juin d'œufs de *Mamestra*. Les parasites ne font aucune attention à la ponte, passent assez souvent sur elle, mais n'y stationnent nullement. L'ooplaque continue à rester désert les heures suivantes. J'introduis alors neuf œufs blancs de *Mamestra brassicae* que je groupe sur la plaquette de carton à côté de la ponte de *Cacaecia*. Immédiatement un rassemblement se forme sur ces œufs de *Mamestra*. En très peu de temps il y en a une dizaine occupés à pondre, la ponte de *Cacaecia* restant par contre entièrement déserte. Le contraste est des plus frappants. Au cours de l'après-midi, un groupe de parasites stationne toujours sur les œufs de *Mamestra* et leur absence est invariablement notée sur l'ooplaque de

Cacaecia. J'offre alors à la bande de Trichogrammes une quinzaine d'œufs de *Mamestra brassicae* plus avancés dans leur développement (au stade caractérisé par la présence d'une tache brune apicale et d'une zone brune équatoriale). Au bout de très peu de temps, il se forme sur ces œufs un groupe variant suivant les moments de 2 à 5 Trichogrammes. Quoique moins intense qu'avec les œufs blancs et plus fraîchement pondus de l'essai précédent, l'attraction est encore très grande, tandis qu'elle est nulle pour la ponte de *Cacaecia*. Les jours suivants, 23 et 24 juin, des constatations de même ordre sont faites sur les mêmes pontes. Le 25 juin, j'introduis une nouvelle ponte blanche et toute récente de *Mamestra brassicae* : en quelques instants, il y a 10 Trichogrammes en train de pondre sur ces nouveaux œufs, tandis que les anciennes pontes de Noctuelles qui ont reçu des piqûres en surnombre et dont beaucoup d'œufs se dessèchent, sont abandonnées par les parasites. Quant à la ponte de *Cacaecia*, sauf passage accidentel à sa surface, elle reste constamment déserte. Malgré le mauvais état des œufs de *Mamestra* auxquels ont été infligées de trop nombreuses piqûres, quelques éclosions de parasites se produisent le 16 juillet et jours suivants. Par contre la ponte de *Cacaecia* isolée dans un tube distinct pendant l'arrière-saison et l'hiver ne donne aucune éclosion de parasites, tandis que l'éclosion des chenilles se fait d'une façon normale et régulière le 15 avril.

D'autres essais également négatifs furent enregistrés à diverses reprises avec des ooplaques fraîchement pondus aux mois de juin ou de juillet.

Ainsi que nous l'avons précédemment signalé, lorsque l'on met le *T. evanescens* en présence d'ooplaques de *Cacaecia* fraîchement déposés les résultats ne sont pas toujours négatifs et conformes à ceux que nous venons de rapporter. Voici notamment des observations ayant donné des résultats positifs et faites au cours de l'année 1934.

Observation a. — Le 10 juillet, vers 11 heures, la température étant de 22° à 23°, des *Trichogramma evanescens* sont *en train d'éclore* d'une ponte de *Mamestra brassicae* récoltée sur chou à Antony (Seine). Dans le tube où ils se trouvent j'introduis un ooplaque de *Cacaecia récemment déposé* et récolté la veille sur cognassier. Aussitôt se forme sur l'ooplaque un rassemblement de 3 à 5 Trichogrammes qui se mettent à pondre activement. Je retire l'ooplaque après 30 minutes d'exposition pour éviter le surparasitisme. Il n'est pas douteux que, dans ce cas, l'ooplaque de *Cacaecia* s'est montré aussi attractif pour le *T. evanescens* que la veille des ooplaques semblables s'étaient montrés attractifs pour *T. cacaeciae*.

Observation b. — Le 12 juillet, vers 11 h. 30, je mets en expérience une bande de *Trichogramma evanescens* éclose *la veille* de 6 pontes de *Mamestra brassicae* récoltées sur chou à Sceaux (Seine). Dans le tube où ils sont éclos, je les mets en présence de deux ooplaques récemment déposés, de coloration encore très verte, sur bois de cognassier. Les résultats sont d'abord négatifs : soit à la température de 23°, soit à celle de 26°, les Trichogrammes ne se fixent à aucun moment sur les ooplaques, tandis qu'un groupe d'œufs de *Pieris brassicae* déclanche la ponte dès qu'il est introduit. Le lendemain pourtant dans la matinée, à une température de 22°, je vois plusieurs Trichogrammes s'arrêter sur un des deux ooplaques et esquisser leur manœuvre de ponte ; mais au bout de peu de temps, ils s'écartent sans avoir fait pénétrer leur tarière. La même indifférence est notée le 14 juillet, malgré l'addition de deux nouveaux ooplaques dont la teinte verte indique la fraîcheur : par contre les œufs de *Pieris brassicae*

(donnés à défaut d'œufs de *Mamestra*) sont occupés en permanence par un bon nombre de Trichogrammes qui pondent à leur intérieur. Le 15 juillet, je note que, par suite de nouvelles éclosions se produisant dans les 6 pontes de *Mamestra* primitives, la bande des Trichogrammes s'est notablement augmentée. Dans la matinée du 15 tout un flot de parasites est sorti des œufs de *Mamestra*. Il est évident que les 6 pontes n'ayant été ni déposées simultanément par les Noctuelles, ni parasitées au même moment, les éclosions se font dans le tube d'expérience par à-coups successifs et c'est à une de ces émergences que nous venons d'assister. Nombreux d'ailleurs sont les exemplaires immatures dont les ailes sont encore tamponnées et non déplissées. Or, *coïncidant avec cette toute récente émergence,* je constate une attraction manifeste des Trichogrammes sur deux des ooplaques et parmi ceux qui sont retenus à leur surface, un bon nombre ont encore leurs ailes non déployées : j'en observe deux restant dans la situation assise caractéristique et pondant suivant tous les rites normaux. Toutefois la période pendant laquelle les Trichogrammes sont attirés par les ooplaques est d'assez courte durée. Dès l'après-midi du 15 et pendant les journées qui suivent, les ooplaques de *Cacaecia* restent de nouveau déserts, alors que des œufs de *Pieris brassicae* et des globules de Gombo (*Hibiscus esculentus*) [1] qui sont simultanément offerts aux Trichogrammes dans le tube où ils se trouvent, sont très fortement piqués.

En 1934, le 17 juin, en prenant pour matériel d'expérience le *Trichogramma evanescens* à mâles aptères des pontes de Sialis, j'ai fait une observation donnant un résultat nettement positif pour la ponte dans les ooplaques de *Cacaecia* fraîchement déposés et qui est entièrement de même ordre que les précédentes.

Enfin en 1935, en réalisant les conditions qui m'avaient paru antérieurement les plus favorables (grande fraîcheur des ooplaques, éclosion toute récente des Trichogrammes), j'ai pu dans de nombreux cas obtenir la ponte du *T. evanescens* dans les ooplaques de *Cacaecia*.

Il semble résulter aussi de ce qui précède qu'une condition utile pour ce résultat est que les parasites en restant trop longuement en rapport avec des œufs de *Mamestra* ou même avec les coques d'où ils sont sortis n'aient pas été sensibilisés pour ces œufs et ne soient pas par suite devenus indifférents pour des œufs n'offrant pas les mêmes propriétés ou les mêmes caractères.

Quoi qu'il en soit, il est certain que le *T. evanescens* provenant de souches naturelles diverses (œufs de Lépidoptères, œufs de Sialis) peut, dans des conditions optima paraissant assez limitées, pondre dans des ooplaques de *Cacaecia* fraîchement déposés.

Il est remarquable, par ailleurs, que l'œuf de cette Tortricide se montre impropre à l'évolution de ce parasite. Pour mettre ce fait en évidence, il importe de ne prendre comme matériel d'expérience que des ooplaques obtenus en captivité dans des cages ou des bocaux garnis de mousseline, toutes précautions étant prises pour se prémunir contre des contaminations préalables et pour éviter le dessèchement. Ces conditions étant remplies, j'ai toujours constaté que les œufs que le *Trichogramma evanescens* peut déposer à l'intérieur des œufs de *Cacaecia* sont arrêtés dans leur évolution et, d'après les examens portant sur des ooplaques pondus sur verre, la mort survient, soit vers la fin de la période embryonnaire, soit à un stade larvaire très précoce; jamais, je ne vis les œufs de l'hôte qui les

[1] Voir à cet égard le chapitre VII, page 527.

contenait prendre la teinte noire caractéristique annonçant la présence d'une larve parasite complètement évoluée : ils restèrent de teinte jaune et finalement se desséchèrent ; par contre, dans les mêmes ooplaques, pour les œufs qui n'avaient pas été piqués, le développement embryonnaire de la chenille se poursuivit normalement, l'embryon traversa la période estivale de diapause dans l'état de rétraction habituelle et son évolution continua en gardant la coloration verte par lumière transmise.

A quelles causes déterminantes doit-on rapporter l'avortement du *Trichogramma evanescens* dans les œufs de *Cacaecia ?* Il est extrêmement probable que, dans ce cas encore, les facteurs qui interviennent sont les mêmes que ceux qui déterminent la diapause de l'œuf du Lépidoptère.

Pour le *T. Cacaeciae*, les conditions génétiques sont telles qu'il peut encore s'accommoder du mode d'échanges avec le milieu extérieur imposé par la constitution physico-chimique de l'œuf du papillon à diapause et notamment de ses enveloppes. Il en est quitte pour subir pendant une génération ce ralentissement évolutif de la période larvaire que nous avons décrit, pour prendre un cycle bivoltin au lieu du cycle polyvoltin, enfin pour se manifester sous une forme microptère dans la génération posthivernale.

Au contraire, les conditions génétiques du *T. evanescens* sont telles qu'il ne peut se plier au régime d'échanges avec le milieu extérieur si ralenti et si spécial qui se présente dans les œufs de Lépidoptères à diapause estivo-hivernale.

CHAPITRE V.

L'amixie des deux biotypes *Trichogramma cacæciæ* et *Trichogramma evanescens*.

En vue de reconnaître si les deux biotypes que nous avons définis sous les noms précédents ne sont que deux formes d'une même espèce, ou s'ils sont au contraire nettement orientés vers une disjonction en deux espèces distinctes, nous avons fait des essais destinés à nous renseigner sur la possibilité de les croiser entre eux [1].

A. Essais du croisement : *T. cacaeciae* ♀ × *T. evanescens* ♂.

Ainsi que je l'ai indiqué dans une note antérieure (septembre 1927) ces essais n'ont donné que des résultats négatifs et ont fait apparaître ce croisement comme irréalisable : j'ai mis les femelles normalement parthénogénétiques de *T. cacaeciae* (originaires d'Antony) en présence de mâles de *T. evanescens* (race typique du chou) ;

[1] L'amixie n'est pas toujours considérée comme un caractère suffisant pour décider de l'indépendance spécifique de deux formes et l'on admet souvent l'existence de races amixiques. Quoi qu'il en soit elle représente un fait essentiel pour la constitution d'espèces naissantes.

d'une façon générale, j'ai alors constaté que les premières évitaient l'approche des seconds; toutefois, en raison de l'ardeur et de la persévérance de ces derniers, les accouplements sont assez fréquents; or, malgré ces accouplements, les œufs de *T. cacaeciae* n'en continuent pas moins à se développer suivant le mode de la parthénogénèse thélytoque et ne donnent que des femelles qui présentent les caractères maternels, sans aucun caractère paternel. Voici, par exemple, le compte rendu de deux de ces essais :

Observation 1. — Le 17 juin 1927, d'un tube d'élevage où ils viennent d'éclore je fais passer 15 *T. cacaeciae* femelles dans un petit tube ouvert aux deux bouts et obturé au moyen de bouchons largement percés et doublés de fine mousseline. J'introduis alors 2 mâles du type *evanescens*. Toute la journée du 17 et le matin du 18 de nombreux accouplements et tentatives d'accouplements sont constatés. Le 18, je prélève dans le tube deux de ces femelles, qui déjà présentent de grandes chances de s'être accouplées, en m'attachant à choisir celles qui traînent derrière elles un mâle suspendu. Ces deux femelles sont isolées dans un tube et pour être plus certain de leur fécondation, j'introduis encore dans le même tube 5 mâles du type *evanescens* dont deux viennent d'éclore. Plusieurs accouplements ne tardent pas encore à se produire entre femelles et mâles des deux biotypes. Une ponte de *Mamestra brassicae* est alors introduite pour permettre aux *T. cacaeciae* de déposer leurs œufs. Elle est piquée par les deux femelles qui font sur elle leurs manœuvres habituelles et des stations prolongées. L'élevage est poursuivi les jours suivants en ajoutant quelques nouvelles pontes de *Mamestra*[1], jusqu'à la mort des Trichogrammes dont le dernier périt le 26 juin. Les œufs qui ont été effectivement parasités noircissent à partir des premiers jours de juillet, la nouvelle génération issue des deux femelles qui se sont accouplées avec les mâles de *T. evanescens* commence à éclore le 13 juillet et la sortie se poursuit les jours suivants. La numération finale faite le 26 juillet donne 13 individus tous femelles et présentant exclusivement les caractères maternels. Le nombre relativement restreint de cette descendance des 2 femelles de *T. cacaeciae* s'explique par ce fait que beaucoup d'œufs de *Mamestra*, piqués sans doute à un stade de développement trop avancé, s'étaient desséchés ou avaient donné des chenilles au lieu de Trichogrammes. Il est fort possible aussi que le fait d'avoir reçu à plusieurs reprises et surabondamment la semence des mâles de *T. evanescens* dans leurs organes générateurs ait diminué dans une notable mesure la fécondité des femelles de *T. cacaeciae*.

Pour parfaire l'expérience, j'ai élevé, en la faisant répartir par les procréatrices dans une succession de pontes de *Mamestra*, la génération issue de la précédente. Ses représentants qui commencèrent à éclore le 7 août furent obtenus en grande abondance : tous étaient du sexe femelle et présentaient exclusivement les caractères maternels.

Observation 2. — Le 17 juin 1927, je fais passer dans un cylindre de verre garni de mousseline aux deux bouts, une dizaine de *T. cacaeciae* femelles. J'y introduis ensuite 5 mâles de *T. evanescens*. Le 17 et le 18 ont lieu de nombreux accouplements. Les parasites sont mis alors au cours de l'après-midi du 18, en présence d'une ponte fraîche et blanche de *Mamestra brassicae* recueillie dans la cage d'élevage des Noctuelles. Trois femelles de *T. cacaeciae* ayant été égarées, les sept restantes ne tardent pas à s'installer sur la ponte et à y déposer leurs

[1] Les Trichogrammes de la nouvelle génération n'arrivèrent d'ailleurs à poursuivre leur complet développement que dans les 2 premières pontes données le 18 et le 19 juin. Lorsque l'on offre ainsi aux Trichogrammes un matériel de ponte surabondant, une grande surveillance est nécessaire pour éviter les dégâts que peuvent faire les chenilles sortant des œufs non parasités. Il est souvent utile de piquer avec une aiguille les œufs prêts à donner ces dernières et qu'il est facile de reconnaître à leur coloration.

œufs. Quant aux cinq mâles *evanescens*, ils errent pendant ce temps, sur les parois du tube, n'accordant plus d'attention aux femelles *cacaeciae* concentrées sur la ponte. Les jours suivants je vois pourtant encore quelques accouplements se produire entre ces mâles et celles des femelles qui, ayant quitté la ponte, sont errantes sur le verre. Le 21 juin je ne vois plus que une ou deux femelles sur les pontes de *Mamestra;* elles y stationnent d'ailleurs assez peu; l'émission de leurs œufs est devenue manifestement moins active. Le 3 juillet tous les insectes sont morts, sauf un mâle. La ponte de *Mamestra* est complètement parasitée par les Trichogrammes et est entièrement noire : elle est retirée et mise dans un autre tube en vue de la récolte de la nouvelle génération. Celle-ci commence à éclore le 12 juillet et l'éclosion se poursuit les jours suivants. Au moment de la numération finale faite le 26 juillet, elle comporte 85 individus tous femelles et présentant exclusivement les caractères maternels.

L'élevage de la génération succédant à la précédente fut encore dans ce cas effectué : bien que partielle, elle comporta néanmoins un très grand nombre d'individus dont le développement s'effectua dans une série de pontes de *Mamestra*, de *Pieris* ou d'*Ephestia*. Tous étaient du sexe femelle et à caractères exclusivement maternels.

B. Essais du croisement : *T. evanescens* ♀ × *T. cacaeciae* ♂.

Je n'ai pu obtenir d'accouplements des très rares mâles de *T. cacaeciae* originaires de mes élevages d'Antony avec les femelles de *T. evanescens*. Je ne puis d'ailleurs rapporter ce résultat négatif qu'à l'extrême rareté des possibilités d'essais dans de pareilles conditions. Par contre, au cours de l'éducation de la variété *flavum* que j'ai faite en lignée thélytoque continue pendant 3 années et 28 générations, j'ai été plus heureux avec les mâles accidentels (au nombre de 6) que j'ai obtenus pendant l'été de 1930. On se reportera à la page 488 pour l'histoire génétique de cette longue série : je résumerai seulement ici ce qui concerne les essais de croisement faits avec les mâles accidentels :

Le 27 juillet 1930 parmi de nombreuses ♀ de *T. flavum* (26e génération) apparaissaient dans un de mes tubes d'élevage 2 ♂ reconnaissables à première vue à la rapidité de leurs courses à l'intérieur du tube et à leur teinte un peu plus grise. N'ayant pas alors à ma disposition immédiate les *T. evanescens* ♀ nécessaires pour les essais, j'alimente les parasites avec quelques gouttelettes d'eau miellée et les maintiens en réserve dans une chambre sombre et fraîche, puis je me mets en quête dans les champs de choux de pontes de *Mamestra brassicae* parasitées. Je ne tarde pas à en récolter plusieurs qui sont entièrement noires et prêtes à donner des Trichogrammes. Les œufs de ces pontes sont alors séparés les uns des autres, puis isolés par unités dans des tubes minuscules. Une longue série d'œufs est ainsi préparée le 28 et le 29 juillet. Les éclosions commencent le 1er août; chacun des œufs donne naissance à 2 ou 3 Trichogrammes du type *evanescens*. La plupart des tubes d'isolement contiennent des Trichogrammes des 2 sexes; mais un certain nombre ne contiennent que des femelles et seules sont utilisées pour les essais de croisement les femelles qui ont été recueillies dans de telles conditions, c'est-à-dire avec la certitude qu'elles n'ont pas été en contact avec des mâles du *T. evanescens*.

Quatre femelles écloses ainsi dans des tubes où les mâles étaient absents furent mises en présence de un ou deux mâles du *T. cacaeciae flavum*. Pour deux d'entre

elles, dans les premiers jours d'août, des accouplements présentant toutes les apparences normales furent constatés, le mâle se laissant traîner suspendu à l'arrière de l'abdomen de la femelle pendant quelques instants. Ces deux femelles, ainsi d'ailleurs que les deux autres, furent alors isolées et alimentées séparément dans des tubes où des pontes de *Mamestra brassicae* (obtenues en captivité) furent mises à leur portée pour recevoir leurs propres œufs : or ces œufs se comportèrent exactement comme si les femelles des quatre tubes n'avaient subi le contact d'aucun mâle et conformément à la règle, ils évoluèrent suivant le mode de la parthénogénèse arrhénotoque : la descendance de ces femelles fut respectivement de 40, 18, 43 et 56 individus, tous du sexe mâle et présentant exclusivement les caractères maternels c'est-à-dire les caractères typiques du *Trichogramma evanescens* [1].

On pourra remarquer d'ailleurs que l'inefficacité fonctionnelle ou mixique des mâles accidentels de *T. cacaeciae* dans un croisement avec *T. evanescens* était assez vraisemblable, étant donné que ces mâles, ainsi que nous l'avons vu (page 494), en s'accouplant avec les femelles de leur propre race, n'empêchent en aucune façon l'évolution thélytoque de la génération issue de ces dernières [2].

CHAPITRE VI.

Observations relatives à diverses lignées naturelles de Trichogrammes.

A côté des formes typiques du *T. cacaeciae* et du *T. evanescens* que nous avons précédemment décrites, il existe des biotypes ou lignées naturelles qui s'y rattachent à des degrés divers.

De même que les formes typiques autour desquelles elles se groupent, on peut les considérer comme ayant leur origine dans de légères mutations qui ont entraîné dans le métabolisme de l'espèce des modifications plus ou moins persistantes et plus ou moins fixées suivant les biocœnoses et les conditions de milieu particulières aux régions où on les observe. Il est d'ailleurs souvent difficile de reconnaître si l'on se trouve en présence de génotypes déterminés ou de simples somations.

[1] La vivacité et la force musculaire des *T. evanescens* rendent souvent leur maintien en captivité difficile et ils arrivent parfois à forcer les mailles de très fines mousselines. Pour obtenir des lots complets, il est prudent, lorsque le moment de l'éclosion approche, de faire un transfert dans un tube liégé. On doit alors se borner, pour l'alimentation, à mettre dans le tube une bandelette de papier sur laquelle, avec un pinceau fin, on dépose de très petites gouttelettes de miel dilué; elles doivent être assez petites et assez peu nombreuses pour ne pas donner de buée dans le tube ; si elles sèchent à la fin de la journée, elles sont renouvelées le soir, autant qu'il est nécessaire. Malgré les précautions prises, il est possible que les chiffres donnés ci-dessus ne correspondent pas, dans tous les cas, à l'absolue totalité des individus éclos.

[2] En ce cas, on pourrait aussi rendre compte des faits, en supposant que l'on a affaire à des femelles non fécondables. Pour ne pas préjuger des causes déterminantes de l'amixie, on peut dire simplement qu'il y a dysharmonie entre les deux sexes au point de vue d'une fécondation opérante.

Les formes que l'on rencontre se caractérisent surtout par des modalités cycliques auxquelles leur métabolisme leur permet à divers degrés de se plier, par des variétés de pigmentation correspondant à leur faculté de réagir à cet égard aux facteurs du milieu (température, notamment), enfin par des modes variés de reproduction.

Parmi ces formes, nous avons déjà étudié l'une d'entre elles, le *T. flavum*, dans un chapitre spécial (p. 488) et nous l'avons considérée comme une variété ou une lignée spécialisée du *T. cacaeciae*. L'exposé qui suit sera réservé à divers autres phénotypes sur lesquels nous avons fait quelques observations plus limitées et moins longuement suivies. Leur indépendance ou leurs rapports au point de vue génotypique restent encore, dans beaucoup de cas, douteux.

1. *Les Trichogrammes des Carpocapses.*

Suivant les localités on peut observer dans les œufs des Carpocapses des Trichogrammes présentant des caractères pigmentaires et biologiques assez différents, les uns se rapprochant plutôt du *T. cacaeciae*, les autres du *T. evanescens* typique.

Celle de ces formes sur laquelle mon attention s'est surtout portée avait pour souche naturelle des œufs de *Carpocapsa pomonella* qui me furent envoyés de la Corrèze [1]. Ces œufs lenticulaires et pondus isolément comme c'est toujours le cas pour les œufs de Carpocapses, étaient adhérents par leur face plane à des feuilles de pommier; quelques-uns d'entre eux présentaient l'aspect noir caractéristique des œufs parasités par les Trichogrammes. Ils donnèrent une première éclosion de parasites le 21 juin et la sortie de ces derniers se continua jusqu'au 27. Ces Trichogrammes étaient tous femelles et de teinte jaune claire. L'élevage de 5 générations successives sans compter la génération initiale fut ensuite poursuivi pendant les mois d'été et d'automne, en utilisant comme matériel soit des œufs de *Mamestra brassicae* élevées en cage, soit des œufs d'*Ephestia*. Quelques pontes fraîches de *Cacaecia rosana* furent aussi présentees à ces Trichogrammes de la fin de juin au 15 juillet, mais elles se montrèrent impropres ou tout au moins peu favorables à l'évolution des parasites. Piquées par ces derniers à diverses reprises, sans beaucoup d'insistance d'ailleurs, elles se desséchèrent ou ne donnèrent au printemps suivant que des chenilles. Sur les centaines d'individus qui furent obtenus dans les œufs d'*Ephestia* et de *Mamestra* pendant 5 générations successives, tous étaient du sexe femelle. La coloration tendait à devenir plus foncée à la fin de l'automne. Les caractères morphologiques étaient fort semblables à ceux des générations estivales de *T. cacaeciae*. Les ailes notamment, tant pour la disposition des rangées de poils que pour le nombre moyen de ces derniers et pour leurs autres caractéristiques étaient identiques (voir fig. 17). On voit, par ce qui précède, que cette forme a des affinités très étroites avec le *T. cacaeciae*

[1] Je la dois à l'obligeance de M. Macary qui me fit des envois du 14 au 20 juin 1930 et qui, d'autre part, m'a apporté une aide fort utile pour quelques-uns de mes élevages.

et le *T. flavum*. En admettant qu'elle puisse occasionnellement évoluer dans des œufs à diapause estivo-hivernale, il est possible qu'elle donne après l'hiver une génération de microptères. Je n'ai pas constaté la formation de lignées offrant de tels caractères cycliques. Mais leur obtention apparaît comme fort possible et elle équivaudrait alors à réaliser, à partir du Trichogramme des Carpocapses le biotype du *T. cacaeciae*. Si ce Trichogramme des Carpocapses n'est pas identique d'autre part au *T. fasciatum* de Mokrzecki (1916)[1], il doit en être fort voisin : les observations de Mokrzecki ont été faites en Crimée; il a pu de 1913 à 1916 élever 50 générations successives à partir d'une souche d'œufs de *Carpocapsa pomonella*, sans voir apparaître un seul mâle.

La seconde lignée naturelle que nous avons observée dans les œufs de Carpocapses avait pour origine un envoi adressé de Nice en août 1931 par M. Haeussler. Ce Trichogramme y parasitait les œufs de *Carpocapsa* (*Laspeyresia*) *molesta*. A l'opposé du précédent, c'est une forme qui se rattache au *T. evanescens* typique et peut sans doute s'identifier avec elle[2]. Elle est bisexuée et j'ai constaté la présence de nombreux mâles ailés à antennes plumeuses dans les lots que j'ai observés. D'autre part, la coloration est foncée avec la base des ailes pigmentée, même dans les générations estivales. Il est vraisemblable que cette forme, bien que plus pigmentée, est fort voisine du *Trichogramma* (*Pentarthron*) *carpocapsae* de Schreiner et Ashmead (1907), observé en Russie par Schreiner et par Vassiliew. D'après ce dernier, il a une reproduction bisexuée, les mâles et les femelles étant toujours ailés : il offre une parthénogénèse arrhénotoque. — Rappelons, d'autre part, que les œufs des Carpocapses sont attaqués aux Etats-Unis par le *T. minutum* (= T. evanescens ?) et que pour lutter contre ces insectes, un élevage industriel remarquable de ce parasite a été réalisé par Flanders en Californie. Les premiers essais techniques sont dus à Mokrzecki et à quelques entomologistes russes (1913-1916).

2. *Les Trichogrammes de la Pyrale du Maïs.*

Une forme très voisine des précédentes m'a été obligeamment envoyée d'Hyères (Var) par M. H. L. Parker directeur du laboratoire américain pour l'étude des parasites européens. Elle a été désignée sous le nom de *T. evanescens* dans le mémoire de Thompson et Parker sur la Pyrale du Maïs (1928, p. 17) sans indications particulières au sujet de ses caractéristiques morphologiques ou biologiques. Parker l'avait observée comme parasitant les œufs de *Pyrausta nubilalis* dont les pontes se trouvent sur les feuilles du Maïs. C'est suivant toute probabilité la même forme que R. Poutiers (1922), a trouvée dans les mêmes conditions

[1] En attribuant à ce parasite oophage des Carpocapses de Russie, ce nom de *fasciatum* (donné en 1905 par Perkins à une forme mexicaine parasite de *Diatraea saccharalis*), Girault a fait une identification fort douteuse. Voir Ferrière et Faure (1924), p. 109 et 114.

[2] Elle est signalée sous le nom de *T. euproctidis* (Girault), par Haeussler (V^e^ Congrès Intern. d'Entom., Paris 1932, p. 536).

à Menton dans les Alpes-Maritimes. « J'ai obtenu, dit-il, des parasites qui ont été déterminés par M. Garcia Mercet comme étant *Oophthora semblidis*. Ce parasite semble avoir une action très importante sur la limitation du développement de la Pyrale, le pourcentage d'œufs parasités allant jusqu'à plus de 60 p. 100. »

Les deux pontes parasitées qui nous ont été adressées par M. Parker sont parvenues au laboratoire en mon absence au début de septembre 1930. Un seul Trichogramme vivant fut obtenu, c'était une femelle de teinte jaune clair qui fut mise en élevage par mon collaborateur M. Macary. Elle pondit au début de septembre dans des œufs de *Tortrix variegana* et des œufs d'*Ephestia*. La génération qui en sortit en octobre était exclusivement formée de ♀. Il en fut de même des deux générations suivantes qui se développèrent dans des œufs d'*Ephestia* en octobre et novembre dans un local légèrement chauffé en fin de saison. La femelle souche et la génération suivante étaient de teinte claire, avec les ailes à irisation rose dominante. Les générations tardives étaient notablement plus pigmentées que les précédentes.

Cette forme thélytoque est sans doute étroitement apparentée avec celle étudiée par Ellinger et Sachtleben (1929) qui parasitait les œufs de *Pyrausta nubilalis* dans les steppes du Kuban. Dans ce dernier cas toutefois les ailes étaient notablement plus longues et leurs rangées de soies comportaient un nombre d'éléments plus grand; la présence de mâles, mais en nombre très inférieur à celui des femelles, a de plus été constatée.

3. *Trichogramme de l'Eudémis et de la Cochylis de la Vigne.*

Il s'agit de la forme que, en 1911, M. Feytaud et moi-même nous avons signalée comme parasite des œufs de la Cochylis et de l'Eudémis de la Vigne[1] sous le nom d'*Oophthora semblidis* Aurivillius.

Nous avons trouvé les œufs parasités par ce Trichogramme dans les départements de Saône-et-Loire, de la Gironde et de la Dordogne. Ses caractères morphologiques m'ont paru répondre d'une façon générale à ceux des formes précédentes : coloration jaune claire rappelant le type *flavum*, abdomen un peu pigmenté dans sa partie basilaire, ailes claires sans aire pigmentée à leur base. Mais les lots examinés renfermaient les deux sexes, les femelles étant toutefois plus nombreuses. Les mâles étaient ailés[2] avec antennes à longues soies. Dans les cas que nous avons observés il n'y avait donc pas thélytoquie exclusive ou même dominante. Le Trichogramme des œufs de la Cochylis semble s'apparenter par là au *T.* (*Pentarthron*) *carpocapsae* de Schreiner.

[1] Marchal (P.) et Feytaud (J.). — Sur un parasite des œufs de la Cochylis et de l'Eudémis (*C. R. Ac. Sc.*, CLIII, p. 633, 2 octobre 1911).

Marchal (Paul). — Rapport sur les travaux accomplis par la mission d'étude de la Cochylis et de l'Eudémis, p. 111-119, 1912.

[2] Ailés et non aptères comme l'indiquent Ferrière et Faure en renvoyant à nos observations.

CHAPITRE VII.

Les gestes dysharmoniques chez les Trichogrammes. Les « Faux-Hôtes ».

Avant de rapporter les exemples de gestes aberrants chez les Trichogrammes et particulièrement ceux que nous avons observés chez le *T. cacaeciae*, nous donnerons quelques indications générales au sujet de ces comportements anormaux chez les Insectes.

On connaît pour les Hyménoptères parasites des cas assez nombreux de désaccord entre certaines manifestations instinctives et leur destination biologique normale. Les gestes aberrants par lesquels se traduit ce désaccord sont exécutés sous l'influence de diverses modifications de l'état physiologique ou du milieu. On les a fréquemment désignés sous le nom d'erreurs de l'instinct et j'en ai depuis longtemps rapporté un exemple typique en ce qui concerne les réflexes de la ponte chez un Chalcidien, le *Lygellus epilachnae* [1].

Mansion [2] a employé le terme de gestes dysharmoniques pour un cas de comportement aberrant observé par lui chez un Ichneumonide parasite des Pélopées et qui manifestement était en rapport avec la sénilité : il s'agissait d'une femelle de *Cryptus seductorius* arrivée au terme de son activité de pondeuse et faisant, sur les coques terreuses des Pélopées et même sur de simples feuilles de papier, des gestes répétés de ponte non suivis d'effet. Ainsi que l'indique Mansion, on se trouve ici en présence de réactions motrices comparables à celles des vieilles femelles de Bombyx du Mûrier faisant tous les mouvements coordonnés de la ponte normale, alors que leur abdomen ne contient plus que de l'air, ou même aux réactions d'un abdomen séparé du thorax et présentant encore les gestes coordonnés de la ponte [3].

Les gestes dysharmoniques de ponte sont loin toutefois d'être toujours des manifestations séniles. On peut notamment les voir se produire, lorsque l'insecte se trouve mis en présence de corps inaptes à assurer le développement de sa progéniture, mais donnant pourtant à la pondeuse des sensations de même ordre que celles qui déclenchent habituellement la série des reflexes de ponte. C'est dans cet ordre de faits que rentre le cas du *Lygellus epilachnae* qui a été rapporté plus haut.

Rappelons aussi à ce propos les curieuses observations de F. Picard (1922) sur les *Pimpla* qui pondent activement dans des dépouilles vides de chrysalides de Piérides, à condition qu'elles soient enduites de sang frais de la nymphe. Des

[1] *Bull. Soc. Entom. de France*, p. 14-16, 1907.

[2] *Bull. Soc. Entom. de France*, p. 122, 1926.

[3] Mansion. La ponte d'un abdomen isolé de *Sericaria mori L.* (*Bull. Soc. Entom. France*, p. 109, 1926).

cylindres de papier de volume équivalent et traités de la même façon furent accueillis avec un égal succès.

Arrivons maintenant aux gestes dysharmoniques des Trichogrammes que nous avons spécialement étudiés.

Les premières observations sont dues à Holloway (1912). Cet auteur a vu une femelle de *T. minutum* pondant à diverses reprises dans des globules qu'il avait recueillis sur une plante désignée par lui sous le nom de « Okraplant » et qui n'est autre que l'*Hibiscus esculentus* ou Gombo. Ces globules ne purent d'ailleurs assurer le développement des œufs et se desséchèrent quelques jours après. Nos observations portant sur le *T. evanescens* mis en présence de ces globules confirment et étendent en les complétant celles de Holloway.

Les globules en question sont irrégulièrement répartis à la face inférieure des feuilles d'*Hibiscus esculentus* [1] ; ils ont l'aspect limpide et cristallin de gouttelettes de rosée de tailles inégales et sont essentiellement constitués par un liquide clair que limite à l'extérieur une membrane mince [2].

Nous avons constaté que, dans de nombreux cas, les globules ou perlules du Gombo exerçaient sur les Trichogrammes en état de ponte une très forte attraction. Nos observations ont porté aussi bien sur des souches provenant d'œufs de Lépidoptères du Chou que sur des souches émanant d'œufs de Sialis. Les globules étaient donnés aux Trichogrammes avec une parcelle de la feuille qui les portait, ou bien encore, ils étaient séparés de leur support et collés sur une lamelle de carton.

Voici à titre d'exemples, deux de nos observations positives :

Observation 1. — Le 15 juillet 1934, à 10 h. 30 (tempér. = 23° C.), dans un tube où viennent d'éclore de nombreux *T. evanescens* sortant de pontes de *Mamestra brassicae* récoltées quelques jours avant, j'introduis une parcelle de jeune feuille de Gombo sur la face inférieure de laquelle se trouvent de nombreuses perlules. C'est aussitôt une très forte attraction des parasites : Les perlules se couvrent de Trichogrammes ; j'en vois jusqu'à cinq affairés et se mettant en position de ponte, assis et piquant sur un même globule. Ils continuent à pondre au cours de l'après-midi du 15 et leur ponte bien que se ralentissant fortement se poursuit encore le 16 juillet à un moment où les perlules sont déjà déformées et commencent à prendre une consistance gommeuse. Les Trichogrammes de ce lot ont aussi pondu dans des pontes de

[1] On se procure aisément les graines de cette plante chez les grands grainetiers et en les semant en serre dans des pots à fleurs, on obtient dans le courant de l'été des plantes qui donnent le matériel des expériences.

[2] Quelle est exactement la nature de ces globules? Il n'est pas douteux qu'ils correspondent aux formations qui ont été désignées par divers auteurs sous le nom de *perlules* et qui ont été étudiées notamment par C. K. Rouppert (*Bull. du Muséum Nat. d'Hist. Nat.*, p. 102-153, 1926. — *Rozprawy AK. Um. Krakôw*, LVIII, B, p. 1-40, 1918). Ce sont des excroissances transitoires de structure cellulaire se développant sur certaines plantes sous l'influence de la chaleur et de l'humidité. D'après Kuster (Pathologische Pflanzenanatomie, p. 74, 1903), elles rentrent dans la catégorie des *osmomorphoses*. Rouppert a signalé la présence d'une notable quantité de potassium dans toutes les perlules et les considère comme des tissus hyperhydraux. Les perlules mûres tombent grâce à leur support unicellulaire ou grâce à la présence d'un tissu disjonctif à la base. Sur certaines plantes, elles sont recherchées par les fourmis (food-bodies).

Pieris brassicae et dans des ooplaques de *Cacaecia*. Il est à remarquer que dans ce cas la très grande sensibilité à l'attraction des perlules a coïncidé avec une éclosion toute fraîche de Trichogrammes, certains d'entre eux ayant pu se mettre à pondre avant d'être fécondés.

Observation 2. — Elle porte sur un lot de Trichogrammes thélytoques dont la souche originelle émane d'œufs de *Sialis* (printemps 1934), mais qui a été élevée depuis, en trois générations successives, dans des œufs *d'Ephestia*. Ils sont éclos le 2 août 1934. Tous sont du sexe femelle et n'ont pas été fécondés. Ils pondent d'abord dans des pontes de *Mamestra* puis dans des œufs d'*Ephestia* qui leur sont servis dans la matinée du 2 août. A 14 h. 20, j'introduis un fragment de feuille de Gombo sur lequel il y a six globules. La plupart des parasites étant en état de ponte et retenus par les œufs d'*Ephestia* qui sont à l'intérieur du tube, ils ne se portent pas immédiatement sur les perlules. Pourtant, une quinzaine de minutes après l'introduction

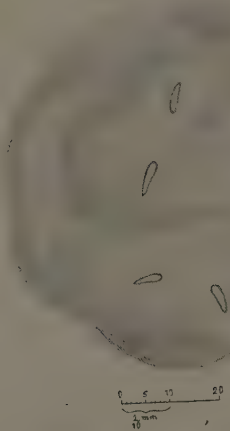


FIG. 22. — Perlule de Gombo (*Hibiscus esculentus*) ayant été piquée par le *Trichogramma evanescens* des Sialis (2 août) et contenant les œufs du parasite. (Fixation par le liquide de Brasil, baume.)

du Gombo, j'en vois un pondant deux fois de suite longuement dans un globule. Vers 16 heures, un bon nombre sont fixés, en train de pondre sur divers globules, mais surtout sur celui qui les a attirés la première fois. A 16 h. 45, je retire la ponte d'*Ephestia* en refoulant dans le tube les Trichogrammes qui s'y trouvent encore. Le dépôt des œufs de Trichogrammes se poursuit activement dans les globules de Gombo jusqu'au moment où je retire du tube à 17 h. 15 la feuille qui les porte. Je la remplace aussitôt par une ponte blanche de *Mamestra* qui est immédiatement assaillie par les parasites dont plusieurs s'installent sur elle pour y poursuivre longuement leur ponte.

Beaucoup d'autres observations positives très semblables aux précédentes, furent faites en 1934 et 1936 : elles portèrent sur des Trichogrammes dont la lignée avait pour origine primitive soit des œufs de *Mamestra*, soit des œufs de *Sialis* et qui faisaient partie, soit de lots bisexués, soit de lots thélytoques.

Il est facile de trouver à l'intérieur des perlules piquées, les œufs des Trichogrammes. J'ai pu en compter jusqu'à 16 dans une même perlule. Les préparations se conservent aisément en les fixant dans le liquide de Brasil et en les montant dans le baume du Canada. La figure 22 correspond à l'une de ces préparations.

En regard des nombreuses observations positives qui viennent d'être mentionnées, j'ai d'autre part, en prenant des dispositions très analogues, recueilli 4 observations négatives sur des Trichogrammes de mêmes souches que celles ayant donné des résultats positifs.

Les différences de comportement vis-à-vis des globules de Gombo ne peuvent donc être essentiellement rapportées à des qualités héréditaires propres aux diverses lignées. Elles tiennent principalement soit aux conditions physiologiques des sujets, soit aux variations du milieu extérieur.

Une des conditions favorisantes, surtout pour les lignées thélytoques, est la mise en rapport aussi précoce que possible des Trichogrammes avec les globules de Gombo, dès leur éclosion par exemple, leurs ailes pouvant même ne pas être encore déployées. Il semble aussi que le fait d'avoir antérieurement pondu quelque temps dans des œufs de papillons diminue pour les Trichogrammes le pouvoir d'attraction exercé par les globules et entraîne vis-à-vis de ces derniers une désensibilisation des parasites. Le milieu extérieur exerce, d'autre part une importante influence, mais il convient d'observer que cette action se fait aussi sentir, lorsque la ponte s'effectue dans les œufs des hôtes normaux : Suivant la température, l'heure de la journée, probablement aussi l'état électrique de l'atmosphère, on peut obtenir des résultats variables. Au-dessus de 25° C., par temps orageux, l'excitation devient trop grande et l'optimum pour la fixation sur les globules ou les œufs se trouve dépassé. D'autre part, tous les globules ne sont pas également attractifs, et, à diverses reprises, dans un même groupe, j'ai constaté que certains d'entre eux exerçaient une attraction beaucoup plus grande que les autres. Ceux qui sont négligés sont ceux, qui parvenus au terme de leur évolution, se sont affaissés et rétractés avec un contenu plus ou moins gommeux; ce sont encore ceux dont la taille se trouve de dimensions trop petites et disproportionnées par rapport à celles des Trichogrammes.

La ponte des Trichogrammes dans des œufs tués par l'eau bouillante, dont nous avons donné ci-dessus des exemples, pourrait aussi, si l'on s'en tenait au point de vue purement finaliste, se classer dans la catégorie des erreurs de l'instinct et des gestes dysharmoniques.

Tous ces faits sont susceptibles d'être interprétés, en admettant la réception par les antennes de l'insecte d'ondes vibratoires en rapport avec les phénomènes physico-chimiques qui se passent au niveau d'une membrane semi-perméable séparant du milieu extérieur le contenu fluide d'une vésicule organique (exhalations, échanges gazeux, radiations indéterminées ou de l'ordre de celles de Gurwitsch).

Pour certains gestes dysharmoniques accomplis par les Trichogrammes, des sensations spécialisées de l'ordre de l'olfaction doivent pourtant encore intervenir en se superposant aux premières ou en les remplaçant[1]. C'est ce que paraît impliquer un geste que j'ai pu observer à diverses reprises chez le *T. eva-*

[1] Voir p. 487 les remarques faites au sujet de l'olfaction et des sensations en rapport avec divers ordres de radiations (travaux de Heyninck, etc.).

nescens, celui de la ponte effectuée dans des coques vides d'œufs abandonnés par des chenilles venant d'éclore. Il rentre dans la catégorie de faits dont nous avons ci-dessus rappelé des exemples pour d'autres Hyménoptères (*Lygellus epilachnae*, Pimpla des Piérides). J'ai constaté un pareil comportement pour des *T. evanescens* de lignée thélytoque ayant pour souche originelle des œufs de Sialis et élevés ensuite dans des œufs d'*Ephestia*. Je les vis faire leurs gestes de ponte sur des coques abandonnées à l'éclosion par les chenilles de ce Lépidoptère. Dans un autre lot de la même lignée, des Trichogrammes effectuèrent leur ponte dans les coques vides des œufs d'une Noctuelle (*Triphaena*) d'où venaient de sortir les jeunes chenilles; ces œufs avaient été déposés en grand nombre contre la paroi interne d'un tube de verre dans lequel j'avais enfermé la Noctuelle pour faire ensuite parasiter ses œufs par une femelle de *T. evanescens* de la lignée thélytoque. Elle ne put, à elle seule, les parasiter que très partiellement. Dès l'éclosion de la nouvelle génération qui ne comportait pour ce lot qu'une douzaine de femelles, la plupart d'entre elles s'acharnèrent à piquer les vieilles coques des œufs qui n'avaient pas été antérieurement parasités et qui, peu de temps avant, avaient été abandonnés par de jeunes chenilles. Elles piquaient même, mais avec un peu moins de constance, de simples emplacements circulaires entourés d'une secrétion brune, qui correspondaient sur la paroi de verre à des œufs que j'avais décollés et éliminés [1].

Nous passerons maintenant à une catégorie de gestes anormaux que nous avons observés chez le *T. cacaeciae* dans une direction fort différente de celle des observations précédentes. Ils ont lieu surtout lorsque l'on met les parasites en présence d'ooplaques pondus sur verre par les papillons de *Cacaecia* [2].

Voici, d'après mes notes, quatre de ces observations répondant à des cas aberrants assez divers :

Observation 1. — Dans un large tube avait été emprisonnée, au début de juillet 1926, une femelle du papillon *Cacaecia rosana*. Régulièrement alimentée, elle pondit du 4 au 5 juillet sur les parois de verre un grand ooplaque ayant des dimensions et une disposition imbriquée entièrement normales. Peu de temps après son achèvement, le 5 juillet, j'introduis un Trichogramme récemment éclos d'une ponte de *Cacaecia* de la génération précédente. Il passe plusieurs fois de suite sur la ponte; puis j'ai la surprise de le voir s'arrêter à quelques millimètres de cette dernière et exécuter ensuite sur la paroi de verre toute la série de ses gestes de ponte. Il donne absolument l'impression d'un halluciné, faisant inutilement ses manœu-

[1] Il est à remarquer que lorsque je voulus ensuite et aussitôt après leur donner des œufs d'*Ephestia*, ils s'en désintéressèrent d'une façon presque complète et ne pondirent pas à leur intérieur, paraissant en quelque sorte désensibilisés vis-à-vis de ces œufs. En réalité, il y a là surtout une question de volume; les Trichogrammes qui venaient d'éclore d'œufs de grosse taille étaient eux-mêmes de fortes dimensions et disproportionnés par rapport à celles des œufs d'*Ephestia*. Voir à cet égard les travaux de Salt que nous rappelons plus loin à propos de la question des faux-hôtes.

[2] Les Tortricides et notamment la *Cacaecia rosana* pondent très facilement sur les parois des bocaux dans lesquels on les renferme ou sur les vitres que l'on met à leur portée, soit dans une serre, soit dans de grandes cages de plein air.

vres de palpage, de recul, de mise en place de l'abdomen ; puis, se figeant dans une immobilisation prolongée, il maintient l'extrémité de son abdomen en contact avec le verre, pour l'en détacher brusquement et se porter un peu plus loin ; il ne manque que l'enfoncement de la tarière à laquelle le verre oppose un impénétrable obstacle. Six ou sept fois de suite, en se déplaçant légèrement, il recommence sa manœuvre, comme s'il passait méthodiquement d'un œuf à l'autre sur une ponte imaginaire. L'observant au binoculaire au travers de la paroi du tube, je vois l'extrémité de l'abdomen collée contre le verre pendant la phase qui paraît correspondre au dépôt de l'œuf ; et, lorsque l'abdomen s'en détache, le parasite laisse derrière lui une fine traînée de sécrétion. Aucun œuf d'ailleurs n'est effectivement évacué.

Quelle interprétation peut-on fournir d'une aussi extraordinaire aberration de l'instinct? Le Trichogramme en cause étant récemment éclos, la question d'âge ne peut entrer en considération. On doit par contre, tenir compte de ce fait, que dans de nombreux cas de mises en présence avec des pontes sur verre, les Trichogrammes se trouvent plus ou moins désorientés. On peut se demander si, dans de telles circonstances, le parasite qui vient de circuler sur une ponte perçoit qu'il n'est plus en contact avec elle, lorsqu'il la quitte pour passer sur le verre. Rien n'est plus surprenant en tout cas que de voir subitement l'insecte se mettre à faire sur le verre sa manœuvre de ponte qui ne peut être confondue avec une autre série de gestes — et surtout la continuer aussi longuement. Évidemment l'endroit où il exécute le cycle de ses opérations a été en contact avec le papillon qui préalablement avait été enfermé dans le tube et ce papillon y a abandonné quelques minuscules écailles ; mais toute la surface intérieure du tube est dans le même cas et il n'y en a pas en ce point plus qu'ailleurs.

Observation 2. — Le 4 juillet 1926, je mets en expérience quelques œufs de *Cacaecia rosana* pondus sur une lame de verre : il s'agit d'une ponte très incomplète de trois petits groupes adjacents formés chacun de 3 œufs parfaitement collés par le papillon contre le verre.

Dans la soirée, un *Trichogramma cacaeciae* éclos depuis quelques jours déjà, mais en pleine activité, est mis en rapport avec la ponte, et le tout est recouvert d'une cupule de verre. Aucune observation n'est consignée jusqu'au lendemain matin. Dans la matinée du 5 juillet, vers 8 heures, le Trichogramme n'est pas encore sorti de son sommeil nocturne, ce qui est d'ailleurs le cas habituel pour tous ses congénères jusqu'à une heure assez avancée. Je détermine son réveil par un léger choc : il passe sur la ponte, s'y intéresse d'une façon manifeste, ainsi qu'en témoignent ses allures et quelques attouchements d'antennes ; mais presque aussitôt il la quitte et, comme amorcé par ce passage sur les œufs du papillon, c'est à côté sur le verre qu'il exécute sa manœuvre valsante et ses gestes de ponte ! Peu de temps après toutefois, il revient sur l'un des 3 groupes d'œufs et se met à piquer successivement les 3 œufs qui le constituent.

Observation 3. — Elle concerne les microptères de la génération posthivernale de *T. cacaeciae*. Le 29 mars 1927, deux de ces insectes sont éclos d'une ponte de *Cacaecia* qui a été déposée en juillet 1926 sur la paroi d'un tube de verre et qui a ensuite été piquée par la génération ailée. Peu de temps après leur éclosion, ces microptères se mettent à pondre dans des œufs encore indemnes de l'ooplaque d'où ils sont sortis et qui occupent la région périphérique. Mais au bout de quelques instants, l'un d'eux désorienté, quitte les œufs du papillon et, à côté, sur le verre, continue d'une façon répétée la série de ses gestes de ponte.

Dans ce cas encore, il est évident que l'on ne peut lier l'aberration constatée à un état sénile et qu'il s'agit d'insectes en pleine activité.

En se basant sur les trois observations qui précèdent, l'interprétation qui vient naturellement à l'esprit est la suivante : les choses se passent comme si le parasite ayant dépassé l'ooplaque se trouvait encore dans une zone d'influence de ce dernier et faisait ses gestes de ponte sous l'empire des sensations précédemment reçues

au moment de son passage sur l'ooplaque ou continuant encore à être reçues à proximité de ce dernier. Dans d'autres cas pourtant, notamment lorsque l'insecte se trouve à la fin de sa période de reproduction, ou même sous l'influence d'une grande excitation résultant des conditions de la captivité et de courses prolongées sur les parois de verre de sa prison, le Trichogramme peut effectuer ses gestes de ponte sans que le voisinage de l'ooplaque soit nécessaire pour les déclancher. On se trouve alors en présence de gestes dysharmoniques très comparables à ceux notés par Mansion pour le *Cryptus* parasite des Pélopées. A diverses reprises, après avoir conservé pendant une ou deux journées des *T. cacaeciae* dans le tube-cylindre où ils étaient éclos, sans leur donner de nouveaux œufs pour qu'ils puissent y effectuer leur ponte, j'ai vu l'un ou l'autre d'entre eux exécuter longuement sur la paroi de verre la même manœuvre que celle qu'ils font normalement sur les ooplaques. En ce cas, les sensations tactiles reçues au contact du verre, agissant indépendamment de tout le complexe sensoriel qui intervient normalement, suffirait donc pour provoquer les gestes de ponte. Quoique le verre nous soit apparu comme mieux approprié pour déterminer ce déclanchement que toute autre substance, on ne peut admettre qu'il présente à cet égard des qualités qui lui soient exclusives et on peut occasionnellement voir un Trichogramme se signaler par l'exécution de ses gestes de ponte sur des surfaces matérielles de natures diverses. Je rapporterai notamment l'observation suivante :

Observation 4. — Elle concerne un biotype très voisin du *T. cacaeciae*, le *T. flavum*, dont nous avons précédemment (p. 488), retracé l'histoire biologique.

A un groupe de microptères qui a commencé à éclore dans un tube depuis le 2 avril 1928, je donne le 5 avril quatre amas d'œufs d'*Ephestia* collés sur petits morceaux de papier filtre; plusieurs Trichogrammes sont vus pondant longuement dans ces amas le 5 et le 6 avril. Le 7 avril la ponte des parasites continue, mais arrive vers sa fin. Dans la matinée, vers 10 heures j'observe l'un d'entre eux dans l'attitude de ponte sur un morceau de papier filtre à distance de tout amas d'œufs de papillon. Le Trichogramme est parfaitement disposé pour me permettre de l'observer de profil; je vois d'une façon très nette sa tarière étendue partant de la base de l'abdomen et piquant le papier. Je n'ai pas trouvé d'œuf; toutefois en raison du feutrage du papier qui rendait sa mise en évidence malaisée, je n'ai pu en cette circonstance avoir de certitude au sujet de son absence.

Dans ce dernier cas, nous nous trouvons en présence d'un insecte arrivé vers la fin de son activité de pondeuse et paraissant faire, sous l'influence de l'excitation succédant au travail de ponte, des gestes incohérents comparables à ceux observés par Mansion chez les vieilles femelles de *Sericaria mori* et chez certains Ichneumonides.

La question des gestes dysharmoniques s'est élargie à la suite des récents travaux de G. Salt (1934, 1936), qui ont porté sur le *Trichogramma evanescens* et dont je n'ai pu avoir connaissance que lorsque la rédaction de ce mémoire était presque terminée. Les intéressantes observations de cet auteur ont montré que l'on peut obtenir fréquemment le déclanchement des gestes de ponte de ce parasite en lui présentant de faux hôtes (false hosts), c'est-à-dire des objets inertes ayant à peu près la taille des œufs qui constituent leurs vrais hôtes. Il y a lieu, d'ailleurs, de

remarquer, ainsi que l'a fait justement Ullyett (1936), que c'est en se mettant dans des conditions très spéciales et s'éloignant beaucoup de celles de la nature, que Salt a fait ses observations. Il s'agissait en effet de lignées pures élevées dans la farine depuis une centaine de générations, soit en œufs de *Sitotroga cerealella*, soit en œufs d'*Ephestia* (hôtes naturellement inaccessibles aux Trichogrammes); pendant toute la durée de ce long élevage, les générations se sont succédé dans un milieu toujours semblable mais fort artificiel (confinement ininterrompu en capsules Petri à une température de 25° C., 80 p. 100 d'humidité, etc.). En opérant sur des Trichogrammes se trouvant dans de pareilles conditions et en leur donnant à choisir entre des œufs de *Sitotroga* ou d'*Ephestia* alternant en quadrillage et à une distance de 2 millimètres environ avec des « false hosts », tels que globules de verre, graines de Lobélia, globules de mercure, particules de sable, etc., Salt s'est trouvé conduit à conclure que les Trichogrammes acceptent aussi bien les uns que les autres pour effectuer leurs gestes de ponte, à condition qu'il s'agisse d'objets faisant saillie au dessus de la surface environnante, ne différant pas trop par leur volume des œufs constituant leurs hôtes naturels, n'offrant pas d'odeur répulsive et présentant une stabilité suffisante.

Sans contester l'exactitude des observations de Salt, tout ce que nous connaissons maintenant sur le comportement des Trichogrammes doit faire admettre que, *dans la nature*, les choses se passent de façon sensiblement différente. La succession des gestes de ponte se fait en effet sous l'empire de tout un ensemble de sensations, dont l'intensité relative varie à la fois en fonction du milieu extérieur et en fonction de l'état physiologique de l'insecte : sensations olfactives, tactiles, visuelles et de natures radiesthésiques diverses dont nous nous ne pouvons guère juger par nos sens. On comprend d'ailleurs que ces différents facteurs, suivant leur intensité relative, pourront dans une certaine mesure se suppléer les uns les autres, lorsque certains d'entre eux deviendront déficients, et que, si l'état physiologique de l'insecte s'y prête, l'excitation produite par de simples sensations tactiles recueillies par les antennes frôlant une surface rigide pourront suffire à déclancher les réflexes nécessaires à l'exsertion de la tarière et à la piqûre. On se trouve alors en présence de gestes qui se manifestent sous l'influence d'un déséquilibre physiologique transitoire ou permanent : retard de la ponte par défaut d'hôtes appropriés, excitations excessives, persistance d'impressions sensorielles émanant d'hôtes normaux à proximité immédiate des faux hôtes [1], fatigue, vieillesse, etc.

Certes ces gestes anormaux doivent occasionnellement se produire dans la nature; mais c'est surtout dans les conditions expérimentales des élevages qu'on les observe — et à un degré d'autant plus élevé que ces conditions s'écartent davantage de celles de la nature : ils peuvent alors se manifester avec une telle fréquence qu'ils donnent l'impression d'un fonctionnement normal.

L'ensemble de nos observations sur les comportements de *T. cacaeciae* et de *T. evanescens* (p. 487 et p. 527) nous avait déjà depuis longtemps montré que les

[1] Par exemple dans le cas des alternances en quadrillage de Salt.

Trichogrammes provenant de souches naturelles, lorsqu'ils sont mis en présence d'hôtes ou d'objets de diverses natures (œufs de différentes espèces, globules d'origine végétale) sont susceptibles d'être attirés ou retenus par eux à des degrés différents suivant la nature de ces hôtes ou objets et que, à cet égard, un ensemble complexe de facteurs devait agir sur les organes des sens. Pour le *T. cacaeciae,* ainsi que nous venons de l'exposer, nous avions même constaté que dans certains cas, les gestes de ponte pouvaient se produire *sans qu'il y eut d'objets faisant saillie au dessus d'un plan,* mais au simple contact d'une surface telle que celle d'une paroi de verre ou d'une feuille de papier. Toutefois, lorsque nous eûmes connaissance des expériences de Salt sur la « *Host selection* » et les « *false hosts* », nous avons tenu en 1936 à refaire quelques essais en employant des objets semblables à ceux qu'il avait utilisés, notamment graines de plantes, globules de mercure, grains de sable, etc. Mais les dispositions prises étaient différentes :

Au lieu de nous servir d'un élevage en œufs de *Sitotroga* ou d'*Ephestia,* nous opérions généralement sur des parasites provenant de pontes de *Mamestra brassicae* naturellement attaquées par le *T. evanescens :* chacune de ces pontes aussitôt récoltée était placée avec la parcelle de feuille à laquelle elle adhérait, dans un tube-cylindre ouvert aux deux bouts et garni de fine mousseline sur ses deux ouvertures ; peu de temps après l'éclosion, à l'intérieur de ce tube de verre, était introduite une languette de carton sur laquelle étaient fixés les objets mis en expérience ; ceux-ci avec un peu de gomme adragante étaient généralement groupés en agglomérations de surfaces équivalentes, chacune de ces agglomérations ne comportant que des objets de même nature : sur une même carte par exemple se trouvaient fixés des petits massifs formés les uns d'œufs de *Mamestra* ou d'*Ephestia,* les autres de graines végétales appropriées, de globules de mercure, de grains de sable calibrés par double tamisage, de fragments de verre pilé. Dans ces conditions, parmi les objets mis en expérience, les œufs de *Mamestra* venant d'être pondus furent ceux qui montrèrent de la façon la plus constante et la plus énergique des qualités d'attraction et de rétention.

Parmi les « false hosts » ceux qui exercèrent sur les parasites l'action de beaucoup la plus marquée et la plus persistante furent les objets globuleux ou ovoïdes qui, formés à l'intérieur d'une masse fluide étaient limités à l'extérieur par une membrane, à condition que leur volume fût à peu près équivalent ou légèrement supérieur à celui des œufs dans lesquels pondent les Trichogrammes [1]. Les perlules de Gombo (*Hibiscus esculentus*) rentrent dans cette catégorie et se montrent comme nous l'avons vu (p. 527) doués d'un très haut pouvoir de rétention. Il en est de même des graines immatures de volume approprié et fraîchement récoltées, qui dans une coque assez tendre renferment une masse fluide. Les graines d'*Oxalis corniculata,* encore blanches comme des perles et que l'on vient de retirer de leurs capsules, m'ont donné les meilleurs résultats. Les graines de Pavot,

[1] Thompson et Parker (1927) avaient déjà fait remarquer à propos de *Melittobia acasta* que le comportement du parasite ne dépend pas tant des caractères physiques de l'enveloppe qui entoure l'hôte que de ce qui se trouve placé à son intérieur.

avant de devenir noires et malgré leur surface assez rugueuse se sont aussi montrées attractives, mais à un moindre degré.

Comme Salt, nous avons aussi constaté que les globules de mercure retiennent parfois longuement les Trichogrammes et qu'ils peuvent recevoir de leur part de nombreuses piqûres, lorsqu'ils sont de taille convenable. Le fait nous paraît devoir être attribué surtout à la nature à la fois liquide et stable de la gouttelette de mercure, ainsi qu'au rôle de membrane que joue sa couche périphérique en raison de la tension superficielle.

Enfin il n'est pas douteux que dans certains cas, mais d'une façon beaucoup moins fréquente et qui n'est que transitoire, de simples corps de structure homogène et banale tels que grains de sable plus ou moins arrondis ou graines lisses et sèches de volume approprié peuvent déclancher les gestes de ponte chez le *T. evanescens* en captivité. Ainsi que Salt l'a observé, la question de volume est alors importante et pour des Trichogrammes provenant d'œufs de *Mamestra* (normalement parasités à l'extérieur), les graines sèches de Trèfle[1] par exemple, dont le diamètre est d'environ 1 millimètre, se sont montrées dans mes expériences bien plus aptes à déclancher les gestes de ponte que celles de Lobélia dont le diamètre ne dépasse pas 4 à 5 dixièmes de millimètres[2].

J'insiste toutefois sur ce fait que sur les graines sèches, l'attaque était beaucoup plus rare et moins réitérée que celle se produisant sur des graines immatures de volumes équivalents et groupées sur des surfaces égales.

Si l'on observe une bande de Trichogrammes à laquelle on donne, sur une carte préalablement préparée, des hôtes normaux appropriés et des faux-hôtes, on peut se rendre compte des degrés d'attirance et de rétention que présentent leurs diverses catégories.

Dès le début, pour activer leur concentration sur les hôtes sur lesquels ils doivent se répartir, un procédé commode est de faire masser les parasites à une extrémité du tube (en *a*) en inclinant légèrement ce dernier et en orientant vers la fenêtre l'extrémité la plus haute (fig. 23). Obéissant à leurs tropismes, ils se rassemblent pour la plupart contre le verre dans la région la plus haute et la mieux éclairée; le tube est alors rapidement remis en position horizontale et un léger choc sur la table suffit à faire tomber un grand nombre d'entre eux sur la lame de carton (en *a'*). En retournant vivement le tube, on lui donne alors par rapport à la fenêtre la position inverse de celle qu'il occupait avant, soit 2 au lieu de 1. Immédiatement la bande de Trichogrammes se lance sur la piste ascendante de carton dans la direction de la lumière; en courant ils traversent alors les divers massifs d'hôtes normaux et de faux-hôtes et pour un lot de Trichogrammes en pleine activité, on constate toujours que ce sont les hôtes normaux (œufs de *Mamestra*

[1] Graines noires de Trèfle hybride, ou graines blanches de Trèfle blanc, aussi bien sur fond noir que sur fond blanc.

[2] Si, dans les expériences de Salt, les graines de Lobélia se sont montrées attractives, le fait doit vraisemblablement tenir à ce que les parasites qu'il utilisait étaient éclos d'œufs de *Sitotroga* et avaient par conséquent des dimensions moyennes très inférieures à celles des Trichogrammes issus des pontes de *Mamestra* normalement parasitées.

fraîchement récoltés dans mes expériences) qui captent au passage la grande majorité des parasites [1]. Les faux-hôtes vésiculeux à contenu liquide en retiennent une proportion beaucoup plus faible et variable suivant le temps écoulé depuis l'éclosion et suivant les conditions extérieures. Enfin les faux-hôtes inertes à structure homogène et solide n'arrêtent au passage que quelques rares individus, encore les abandonnent-ils au bout de peu d'instants.

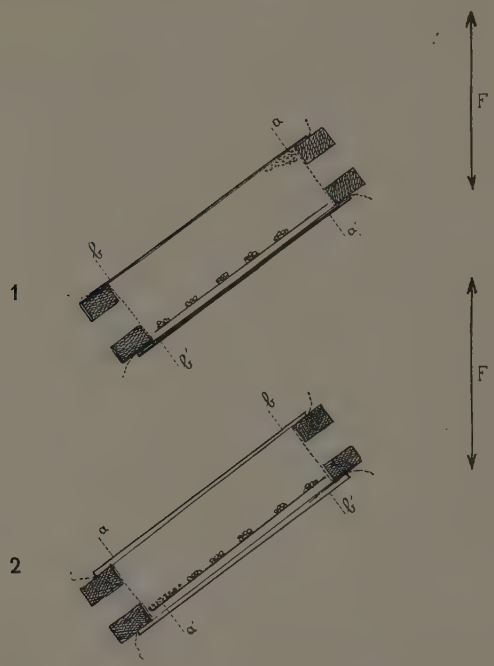


Fig. 23. — Schéma montrant les deux temps (1 et 2) de la manœuvre permettant de déterminer rapidement la répartition des femelles du *Trichogramma evanescens* sur les hôtes ou les faux-hôtes. — 1. Le tube contenant, fixés sur une lame de carton, 5 massifs d'hôtes (œufs d'insectes) ou de faux-hôtes (corps inertes) est orienté de façon à présenter son extrémité *aa'* levée vers la fenêtre F. Les Trichogrammes, en raison de leur phototropisme, se sont rassemblés en *a*. — 2. Le tube a été retourné de façon à présenter vers la fenêtre l'extrémité *bb'* qui présentait, en 1, une situation inverse. Un léger choc a fait de plus tomber en *a'* les Trichogrammes qui se trouvaient en *a*; poussés par leur phototropisme, ils remontent en courant la piste de carton sur laquelle ils rencontrent les massifs d'hôtes ou de faux hôtes.

Pour accélérer la concentration des parasites sur les diverses catégories d'hôtes ou de faux-hôtes sur lesquels doit s'effectuer leur répartition, il suffit de répéter

[1] Des œufs d'*Ephestia* ont été mis aussi comparativement en expérience. L'attraction exercée par ces œufs d'Ephestia sur les Trichogrammes (lots issus d'œufs de *Mamestra* naturellement parasités) fut très faible ou tout à fait nulle. Il est certain que dans ce cas, le facteur « volume » jouait d'une façon importante, les œufs d'*Ephestia* étant trop petits par rapport aux dimensions des Trichogrammes issus d'œufs de *Mamestra*.

plusieurs fois de suite l'opération du tube alternativement incliné dans un sens et dans l'autre que nous avons indiquée ci-dessus.

Les hôtes normaux (œufs de *Mamestra*) qui ont été soumis à de nombreuses piqûres conservent encore très longtemps leur pouvoir attractif sur les parasites; Toutefois, si tout en laissant les œufs anciens on introduit de nouveaux œufs fraîchement pondus et non parasités, ces œufs captent rapidement, en libérant d'autant les anciens, la grosse majorité des parasites qui s'y trouvaient massés.

A titre d'exemple, nous donnons ci-après, pour préciser ces indications générales, quelques détails sur une de nos expériences. Elle porte sur un lot d'environ 25 *T. evanescens* en majorité femelles et éclos le 31 juillet, matin. Une carte garnie d'œufs frais de *Mamestra* et de faux-hôtes divers lui a été servie. Une forte concentration a lieu spontanément pendant la première journée sur les œufs de *Mamestra*, elle est accompagnée d'ailleurs d'attaques assez fréquentes sur les faux-hôtes vésiculeux (perlules fraîches de Gombo et graines immatures). Incidemment, surtout à la fin de la journée, un grain de sable ou une graine de trèfle sèche se trouvent aussi attaqués et piqués.

Dès le troisième jour (2 août) je constate que la concentration sur les œufs de *Mamestra* est devenue complète et exclusive.

Le quatrième jour, les œufs de *Mamestra* commencent à virer au violet et deviennent moins attractifs. Les faux-hôtes inertes et solides (grains de sable, graines sèches) restent entièrement déserts; les perlules de Gombo ou graines immatures étant desséchées sont également devenues inattractives; mais, des perlules fraîches leur ayant été données en remplacement, celles-ci se montrent à leur tour efficientes, leur pouvoir de rétention tendant à s'égaliser avec celui des œufs de *Mamestra* surpiqués, dont le pouvoir décroît.

Le septième jour, l'activité des Trichogrammes étant encore très grande, je remplace l'ancienne carte par une nouvelle portant d'une part deux petits groupes d'œufs de *Mamestra* encore très blancs et tout nouvellement pondus, d'autre part, deux groupes d'œufs de *Mamestra* exposés aux piqûres des Trichogrammes pendant les deux journées précédentes et enfin huit groupes de faux hôtes inertes de surfaces légèrement supérieures (grains de sable et graines sèches). En provoquant la rapide répartition des parasites sur les groupes par inclinaisons successives du tube en position inversée (voir ci-dessus), tous les Trichogrammes femelles se trouvent captés sur les œufs de *Mamestra* en une dizaine de minutes, 14 étant fixés sur les œufs frais et blancs, qui forment pourtant les massifs les plus petits, un seul sur les œufs plus anciens déjà fortement piqués, et zéro sur les faux-hôtes.

Au cours de l'expérience toutefois, de rares individus se sont arrêtés quelques instants au passage, soit sur les grains de sable, soit sur les graines sèches; mais ils ne s'y sont pas maintenus. Lorsque, sur la piste, les parasites passent à distance convenable des objets et surtout des œufs de *Mamestra*, à quatre ou cinq millimètres par exemple, ils perçoivent souvent leur présence et font un virage les orientant directement sur l'amas. Si celui-ci est formé d'œufs de *Mamestra* frais, ils se fixent aussitôt et se mettent à les piquer. Vient-on alors à leur faire lâcher

prise avec un pinceau et à les chasser, ils reviennent immédiatement en s'orientant directement vers les œufs qu'ils viennent de quitter.

Les huitième et neuvième jours, les œufs de *Mamestra* étant surpiqués, les différences de comportement deviennent moins nettes; néanmoins quelques Trichogrammes stationnent sur les œufs et continuent à les piquer; sur les faux-hôtes, je ne constate que quelques arrêts de très courte durée.

Le dixième jour, les œufs de *Mamestra* rétractés ne retiennent plus les parasites que très faiblement. Comme ceux-ci sont encore en pleine activité, j'introduis une nouvelle carte sur laquelle se trouvent deux groupes d'œufs de *Mamestra* fraîchement récoltés et 10 groupes de faux-hôtes dont 4 groupes formés d'éléments à contenu liquide (2 de perlules de Gombo, 2 de graines d'Oxalis immatures) et 6 groupes formés d'éléments inertes de structure homogène et solide (grains de sable, graines noires de trèfle hybride, graines blanches de trèfle blanc). En procédant comme il a été précédemment indiqué, il est de nouveau constaté que les œufs de *Mamestra* se montrent de beaucoup les plus attractifs. Les corps inorganisés ne captent aucun parasite; à peine déterminent-ils quelques arrêts de courte durée; par contre, les perlules de Gombo et les graines immatures d'Oxalis en fixent quelques-uns, surtout au début; mais le nombre des individus retenus devient de plus en plus faible, tandis que le captage continue à s'exercer sur les œufs de *Mamestra*.

Dès la fin de la journée et les jours suivants (11e, 12e, 13e jours), le pouvoir attractif des œufs de *Mamestra* diminue graduellement, par suite des piqûres innombrables qui leur ont été infligées, et, en l'absence d'hôtes appropriés, les attaques des faux-hôtes se montrent un peu plus fréquentes. L'activité des Trichogrammes est d'ailleurs en décroissance, et ceux qui subsistent, font sous la carte des stations prolongées, ce qui indique le déclin de leur existence.

Pour permettre d'apprécier, en un cas concret, l'attraction ou le pouvoir de rétention respectivement exercés aux différents moments d'une journée par diverses catégories d'hôtes ou de faux-hôtes sur un lot de *T. evanescens*, j'ai établi le tableau de la page 539. Les résultats consignés concernent un lot de 40 à 50 exemplaires des deux sexes éclos d'une ponte de *Mamestra brassicae* dans la matinée du 14 août. Les observations ont été faites pendant deux journées (14 et 15 août) par beau temps et à une température de 23 à 25° C. Dans la numération, il n'a pas été tenu compte des mâles qui sont souvent attirés sur les massifs par la présence des femelles et qui, de temps à autre, jettent quelque confusion en déterminant la fuite d'une pondeuse par des tentatives d'accouplement. La carte portant les hôtes normaux (œufs de *Mamestra*), les faux-hôtes organiques à contenu liquide (graines immatures d'Oxalis, perlules de Gombo) et les faux-hôtes inertes et solides (graines sèches et grains de sable) a été introduite le 14 août à 14 heures. De nouvelles graines immatures d'Oxalis furent ajoutées le lendemain 15 août, dans la soirée, vers 19 heures.

Au cours des essais précédents et d'autres de même ordre, c'est-à-dire portant à la fois sur des hôtes vrais et des faux-hôtes, nous avons vu que quelques rares individus d'un lot donné pouvaient se mettre à piquer des corps inertes tels que

TABLEAU

indiquant la répartition des T. evanescens *d'un même lot sur les hôtes normaux et les faux hôtes aux différents moments d'une journée.*

14 AOÛT.

	14h10.	14h15.	14h25.	14h30.	14h35.	15h00.	15h30.	15h35.	16h00.	16h15.	17h20.	18h30.	18h45.	19h00.	19h03.	19h05.	19h07.	19h30.	20h00.	21h00
Œufs de *Mamestra*	16	19	18	18	20	24	19	17	20	19	13	11	6	4	8	12	17	9	8	1
Graines immatures d'*Oxalis corniculata*	7	4	4	2	1	2	5	7	1	4	2	3	3	1	1	0	0	1	2	0
Perlules de Gombo	2	3	4	4	5	5	2	6	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Graines sèches de Trèfle et grains de sable	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	4	1	0	1	0	1	1	1	0	0

15 AOÛT.

	8h30.	9h00.	11h30.	13h20.	14h10.	17h00.	18h30.	19h00.	19h15.	19h20.	19h30.	20h20.	21h00.
Œufs de *Mamestra* (les mêmes)	9	8	8	9	15	9	16	15	13	10	12	6	0
Graines d'*Oxalis* (les mêmes, rétractées)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlules de Gombo (les mêmes, rétractées)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Graines sèches et grains de sable (les mêmes)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Graines d'*Oxalis* fraîches (récoltées et données à 19h10)	....	....	....	....	....	....	....	....	3	5	6	3	0

Dans divers cas, mais surtout à la ligne « Graines sèches et grains de sable », les chiffres correspondent souvent à des parasites longuement immobilisés : le même individu peut donc sans avoir quitté le même objet, se trouver porté dans deux ou plusieurs colonnes verticales successives.

grains de sable ou graines sèches. La fréquence des piqûres sur ces corps inertes et solides s'accroît d'une façon sensible lorsque l'on a affaire à une bande de Trichogrammes qui, depuis leur éclosion, n'ont été mis en rapport ni avec des hôtes normaux, ni avec de faux-hôtes vésiculeux à contenu fluide. C'est ainsi qu'en observant une bande très nombreuse de *T. evanescens* éclose d'œufs naturellement parasités de *Mamestra brassicae* et mise après son éclosion en rapport avec une carte ne portant que des faux-hôtes inertes et solides [1], j'ai pu constater assez fréquemment des stationnements et des gestes de piqûres, notamment le troisième et le quatrième jour après l'éclosion. L'addition, le cinquième jour, d'un amas de perlules de Gombo suffit pour détourner entièrement les Trichogrammes des faux-hôtes inertes et solides et l'amas de perlules se couvrit de parasites activement occupés à y effectuer leur ponte. L'attaque se ralentit le lendemain par suite de l'épuisement des perlules, mais reprit ensuite énergiquement, dès qu'un nouvel amas de perlules fraîches leur fut offert. Des œufs d'*Ephestia* leur furent aussi présentés, mais (probablement en raison de leur petit volume comparativement à celui des Trichogrammes mis en expérience et peut-être aussi de leur faible pouvoir d'attraction spécifique), ces œufs n'eurent pas le moindre succès. Ne disposant pas à ce moment d'œufs de *Mamestra* qui eussent été les plus favorables pour la contre-épreuve, je donnai sur la même carte un amas formé d'œufs de *Pieris rapae :* ils furent attaqués, mais d'une façon beaucoup plus tardive que les globules de Gombo ; les parasites qui se décidaient à les piquer se trouvaient d'ailleurs retenus et fixés, continuant à effectuer leur ponte dans l'amas.

Il est à remarquer que les parasites qui ont acquis après leur éclosion une expérience individuelle des hôtes normaux d'où ils sont eux-mêmes éclos (œufs de *Mamestra*) ne se laissent tromper ensuite que difficilement par les faux-hôtes, et seuls parmi eux les faux-hôtes vésiculeux (perlules de Gombo, graines immatures) ont alors quelque succès, pouvant même, comme nous venons de le voir, être préférés à cet égard à des hôtes vrais, mais différents de ceux dans lesquels les parasites se sont développés.

Malgré la rareté des stationnements avec piqûres sur les faux-hôtes inertes et solides (grains de sable, graines sèches), il est remarquable que, lorsqu'ils se produisent, ils peuvent être sur un seul et même objet beaucoup plus prolongés que lorsqu'il s'agit d'hôtes normaux et il m'est arrivé d'observer des Trichogrammes qui, pendant 30 à 40 minutes s'étaient complètement immobilisés sur un grain de sable en attitude de ponte, antennes fléchies et tarière en extension.

Il ressort de tout ce qui précède que les faux-hôtes inertes et solides, même en captivité, n'exercent sur le *T. evanescens* qu'une action très faible tant au point de vue de l'attraction que du déclenchement des réflexes de ponte, si on la compare à celle que l'on constate dans les mêmes conditions lorsqu'on offre au même insecte les hôtes normaux qu'il est habitué à parasiter dans la nature. Et l'on se

[1] Grains de sable calcaires, grains de sable siliceux, graines sèches et blanches de Trèfle hybride.

trouve ainsi amené à conclure, en concordance avec la remarquable analyse expérimentale de Ullyett (1936) sur le comportement de *Microplectron fuscipennis*, que dans la nature le rôle joué par les faux-hôtes en question est à peu près inexistant.

Pour gagner au vol à partir de leur point de naissance, de nouveaux emplacements où ils pourront effectuer leur ponte, les Trichogrammes, au cours de leurs migrations livrées sans doute en grande partie au hasard, n'auront guère que l'odorat pour les guider et les faux-hôtes inertes accidentellement fixés sur les feuilles (et vers lesquels ils ne seront pas sans cesse automatiquement ramenés, comme quand ils sont confinés dans un tube) auront bien peu de chances de les retenir. Quant aux faux-hôtes vésiculeux à contenu fluide, ce ne sera que dans de rares circonstances qu'ils seront, dans la nature, susceptibles d'exercer une action sur les parasites en cause : on peut admettre pourtant, par exemple, que sur les inflorescences de Vigne portant à la fois des œufs de Cochylis ou d'Eudémis et des perlules ou glandules [1], des Trichogrammes d'abord attirés par les œufs de la Tortricide puissent en passant de l'une à l'autre des formations, se mettre à piquer les perlules et à pondre à leur intérieur. Il en sera de même dans le cas où, à la face inférieure d'une feuille d'*Hibiscus*, des œufs auraient été déposés par un insecte s'attaquant à cette plante.

Ainsi qu'on peut en juger par l'exposé des faits présenté dans ce chapitre, la question des faux-hôtes se rattache étroitement à celle des gestes dysharmoniques et se confond même souvent avec elle. Certes de nouvelles recherches seraient encore nécessaires pour déterminer le rôle des différents facteurs et pour préciser la part revenant à chacun des organes des sens dans la recherche des hôtes appropriés et dans le déclenchement des réflexes de ponte chez les Trichogrammes.

Des précisions font en particulier défaut au sujet de l'attraction à distance, qui s'exerce vraisemblablement surtout par l'odorat, lorsque les femelles ayant émigré des lieux d'origine gagnent au vol les plantes nourricières de l'hôte. Lorsqu'elles se sont abattues à proximité des œufs ou sur les œufs qu'elles sont susceptibles de parasiter, d'autres fonctions sensorielles que celle de l'odorat à distance peuvent intervenir, mais alors essentiellement pour les retenir et à titre d'excitants pour provoquer le déclenchement de la ponte : suivant l'état physiologique du parasite, suivant son origine, suivant les conditions du milieu extérieur, la part respective prise par l'odorat au contact (au sens de Forel), par les sensations tactiles, par les sensations radiesthétiques diverses sera plus ou moins importante. Les vapeurs, émanations ou radiations qui se produisent au contact d'une membrane perméable entourant une masse fluide interviennent à cet égard pour une très grande part et c'est ce qui explique que parmi les faux-hôtes ceux qui répondent à ces conditions (perlules végétales, graines immatures) se montrent particulièrement actifs. Enfin certaines facultés psychiques telles que la mémoire associative ou l'habitude, incitent les parasites qui, après avoir percé une membrane, ont

[1] Voir à cet égard la figure 7 de la planche II de mon mémoire : Rapport sur les travaux accomplis par la mission d'étude de la Cochylis et de l'Eudémis, Paris, 1912.

rencontré le milieu fluide convenant au dépôt de l'œuf à négliger de plus en plus par la suite les objets qui ne répondent pas ou qui répondent imparfaitement à ces conditions. Ce qui précède explique d'autre part ce fait que l'on observe si souvent dans la nature d'une femelle de Trichogramme installée sur une ponte formée de nombreux éléments telle qu'une ponte de Sialis ou de Mamestre et s'y maintenant de longues heures et même une ou deux journées pour piquer successivement la plupart ou la totalité des œufs qui la composent.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Les Hyménoptères parasites oophages habituellement désignés sous le nom de *Trichogramma evanescens* comportent de nombreux biotypes différant surtout par les modalités de leur reproduction et par leurs réactions aux facteurs du milieu ou à l'attraction exercée par les hôtes.

Notre attention s'est principalement portée sur un de ces biotypes que nous avons désigné sous le nom de *Trichogramma cacaeciae* et qui diffère du *T. evanescens* typique par un ensemble de propriétés biologiques remarquables.

Dans la nature, ce biotype évolue en parasitant sur les arbres les pontes (ooplaques) d'une Tortricide univoltine, la *Cacaecia rosana*. Le cycle annuel complet comporte alors deux générations se succédant en se développant l'une et l'autre dans une même ponte de *Cacaecia* ou dans deux pontes voisines et contemporaines.

Ces deux générations présentent des caractères très différents : il y a dimorphisme saisonnier, la génération posthivernale étant microptère et relativement pigmentée, la génération estivale ayant au contraire des ailes normales et étant de teinte claire.

Des deux générations qui peuvent se succéder dans une même ponte de *Cacaecia* seule la première dont l'évolution est synchronique de la diapause de l'hôte passe elle-même par une période de diapause; mais, tandis que pour l'hôte non parasité il s'agit d'une diapause embryonnaire, c'est par une diapause larvaire que passe le parasite.

Le cycle du *T. cacaeciae*, tel que nous l'avons décrit, ne correspond pas à un phénomène évolutif fixé comparable à celui des générations alternantes des Cynipides; il est sous la dépendance dominante des conditions saisonnières et du rythme évolutif de l'hôte. Dans des conditions expérimentales, on peut faire pondre le *T. cacaeciae* dans des œufs de Lépidoptères à cycle polyvoltin et l'on constate alors que le cycle du parasite s'accélère d'une façon correspondante à celui de l'hôte et qu'au lieu de deux générations annuelles il présente alors sept à neuf générations successives qui toutes sont normalement ailées, sauf la génération posthivernale offrant une tendance plus ou moins marquée au microptérisme.

On peut ainsi, à volonté, faire expérimentalement varier le cycle annuel des générations et, en offrant successivement ou alternativement soit des pontes à

diapause (*Cacaecia*), soit des pontes sans diapause (*Mamestra*), obtenir les divers intermédiaires entre le cycle bivoltin en ponte de *Cacaecia* et le cycle polyvoltin en pontes de *Mamestra*.

L'accélération du développement dans les œufs sans diapause ne relève pas, ainsi qu'on pourrait le penser, d'un phénomène d'induction mitogénétique; car dans les conditions habituelles l'œuf de l'hôte est tué d'une façon très précoce à la suite du coup de tarière de la pondeuse ou par la larve parasite qui se développe à son intérieur. L'origine des variations cycliques que nous avons décrites ne peut dès lors être recherchée que dans la nature physico-chimique de l'œuf de l'hôte, en particulier dans la nature de ses membranes enveloppantes. A ces éléments doit en effet revenir le rôle de régler les échanges dont dépendent les phénomènes rythmiques de l'évolution : échanges ayant lieu entre le milieu extérieur et les tissus embryonnaires de l'hôte dans le cas de l'œuf normal, entre le milieu extérieur et les tissus larvaires du Trichogramme dans le cas de l'œuf parasité (p. 465). Des enzymes ou hormones sont aussi susceptibles d'intervenir (p. 467-468).

Malgré les profonds changements de rythme que l'on imprime au *T. cacaeciae* en le faisant évoluer dans des œufs sans diapause estivo-hivernale, il n'en conserve pas moins ses caractères essentiels : pigmentation claire virant à une teinte plus sombre par le froid, reproduction parthénogénétique thélytoque, tendance au microptérisme pour la génération posthivernale (pourtant avec atténuation marquée).

Le microptérisme posthivernal et le dimorphisme saisonnier du *T. cacaeciae* ont été étudiés au paragraphe 6 du chapitre II (p. 469). Les différences morphologiques des deux générations qui constituent le cycle sont si frappantes que, si l'on ne savait que les deux formes font partie du même cycle, on pourrait être conduit à les considérer comme appartenant à des genres différents.

Ce dimorphisme saisonnier est étroitement dépendant des conditions du milieu. Parmi les facteurs déterminants du microptérisme, le froid est l'un des plus importants. Pour réaliser la régression régulière et générale des ailes de la génération posthivernale, des facteurs complémentaires doivent pourtant intervenir : ce sont les facteurs ralentisseurs du métabolisme inhérents au milieu physico-chimique des œufs à longue diapause (œufs de *Cacaecia*); ils sont vraisemblablement les mêmes que ceux auxquels se trouve liée la diapause de l'hôte. L'insuffisance alimentaire peut s'ajouter aux facteurs précédents pour accentuer le microptérisme (p. 473). Enfin, en envisageant le phénomène au point de vue génétique, il ressort de nos expériences que le *T. cacaeciae* offre — dans des conditions semblables — une tendance au microptérisme saisonnier beaucoup plus marquée que celle que l'on rencontre occasionnellement chez d'autres espèces telles que le *T. evanescens* typique.

Chez ce dernier la régression des ailes, lorsqu'elle se présente, ne se manifeste que dans le sexe mâle et seulement dans certaines conditions et chez une partie d'entre eux : il y a poecilandrie.

Rares chez le *T. evanescens* évoluant dans les pontes de Lépidoptères, les mâles à ailes atrophiées sont au contraire très abondants chez le *T. evanescens* évoluant

dans les œufs de Sialis sur les plantes croissant au bord des eaux. Ils sont caractérisés non seulement par leur très forte régression alaire équivalant à l'aptérisme, mais encore par leurs antennes dont la conformation rappelle celle des femelles (Aurivillius, 1897).

Les facteurs du milieu extérieur jouent un rôle de premier ordre dans la production de la poecilandrie chez le *T. evanescens*. Des Trichogrammes éclos d'œufs de Sialis et dont les mâles sont tous ou presque tous aptères donnent en effet à la génération suivante en pontes de Lépidoptères une descendance dont tous ou presque tous les mâles sont normalement ailés. Les causes déterminantes de l'aptérisme et du gynécomorphisme antennaire chez les mâles du Trichogramme des œufs de Sialis résident principalement dans le milieu physico-chimique spécial que ces œufs constituent, ainsi que dans la nature particulière des membranes qui règlent ses échanges avec l'extérieur (p. 503-506).

La réduction de la ration alimentaire pendant l'évolution larvaire agit aussi dans le même sens.

La reproduction du *T. cacaeciae* caractérisée par une parthénogénèse thélytoque avec apparition sporadique des mâles (spanandrie) a été étudiée au paragraphe 7 du Chapitre II (p. 476). Le caractère accidentel des mâles a été particulièrement mis en évidence chez la variété que nous avons étudiée sous le nom de *T. flavum*. Pour cette variété, c'est en effet au cours d'une lignée pure uniparentale qui pendant 12 générations n'avait donné que des femelles qu'il s'est manifesté : un mâle apparut dans la 13e et il n'y eut ensuite que des femelles jusqu'à la 26e génération, dans laquelle 2 mâles apparurent au milieu de très nombreuses femelles; 3 autres se montrèrent encore dans la 27e génération. Ces mâles, bien que pouvant s'accoupler avec les femelles, n'exercèrent aucune influence sur le mode de reproduction de ces dernières et celles qui s'étaient accouplées avec eux continuèrent, suivant le mode thélytoque, à n'engendrer que des femelles.

Le comportement du *T. cacaeciae* au moment de la ponte a retenu notre attention (p. 481) et les faits suivants ont été constatés :

1° Le *T. cacaeciae* qui pond normalement dans les œufs de *Cacaecia* en état de cinèse embryonnaire, s'abstient de pondre dans ces œufs pendant la période estivale qui correspond à l'état de diapause. Cet état de diapause fait donc perdre aux œufs de la Tordeuse leur pouvoir attractif qui réapparaît au printemps, lorsque l'évolution embryonnaire se remet en marche, au moment où les microptères éclosent;

2° Les œufs de *Cacaecia* pris au cours de la période active de leur évolution embryonnaire se montrent attractifs vis-à-vis des Trichogrammes, non seulement lorsqu'ils sont vivants, mais encore lorsqu'ils viennent d'être tués par la chaleur humide.

Les différences du pouvoir attractif de l'œuf sur le Trichogramme, suivant qu'il se trouve dans l'un ou l'autre des états précédents, peuvent s'expliquer par la grande sensibilité de ces parasites aux exhalaisons ou aux radiations qui émanent non seulement des œufs en activité vitale, mais encore de vésicules organiques

diverses vivantes ou mortes ayant un contenu fluide. L'anhydrobiose qui accompagne l'état de diapause amène une extrême réduction des échanges avec le milieu extérieur; elle ne peut donc que déterminer un arrêt dans la production des effluves (exhalaisons ou radiations) et par suite supprimer l'action attractive exercée sur les Trichogrammes.

Ces faits, surtout si on les met en parallèle avec les observations faites sur les gestes dysharmoniques (pontes dans les perlules végétales, p. 528), sont de nature à suggérer, en dehors d'un sens purement olfactif, l'existence d'un sens radiesthésique localisé dans les antennes et capable de déceler des radiations, peut être de l'ordre de celles de Gurwitsch.

Parallèlement à l'étude du *T. cacaeciae*, nous avons poursuivi celle du *T. evanescens* (forme typique fortement pigmentée, pl. I, fig. 2) en prenant des souches évoluant naturellement dans les œufs de Lépidoptères ou dans les œufs de Sialis.

Le cycle du *T. evanescens* dans les pontes des Lépidoptères du Chou comporte, dans la nature, 8 à 9 générations successives; l'hivernage se fait dans les pontes des papillons et entraîne une forte mortalité; les premières éclosions n'ont lieu qu'à la fin d'avril ou au début de mai, environ un mois après celles du *T. cacaeciae*.

La proportion numérique des sexes (*sex ratio*) varie chez cette forme dans une très large mesure. Ces variations tiennent à ce que l'on se trouve le plus souvent en présence de lignées dont les femelles non fécondées sont douées de parthénogénèse arrhénotoque et que le nombre des mâles dans un lot donné est d'autant plus grand que les femelles non fécondées ont été plus nombreuses à la génération précédente. Les variations dans quelques cas (observations sur certains lots du *T. evanescens* des Sialis) peuvent aussi tenir à ce que l'on se trouve en présence d'un mélange de lignées thélytoques (par conséquent exclusivement femelles) et de lignées bisexuées à parthénogénèse arrhénotoque (p. 498 et 510-514).

Le déterminisme de la pœcilandrie, notamment chez le Trichogramme des Sialis a particulièrement retenu notre attention (p. 503). Il est surtout en rapport avec le système d'échanges commandé par le nature physico-chimique de l'œuf de l'hôte.

Les *T. evanescens* des souches naturelles observées (pontes des Lépidoptères du Chou, pontes de Sialis) sont loin de manifester une attraction égale pour tous les œufs d'insectes qui peuvent leur être présentés. Les œufs de *Cacaecia* en particulier, même pendant la période d'activité cinétique embryonnaire, sont moins attractifs que les œufs de *Mamestra* et leur pouvoir attractif ne s'exerce sur eux que d'une façon irrégulière et dans des conditions limitées (p. 514-518); lorsque dans les élevages expérimentaux on obtient la ponte du *T. evanescens* à leur intérieur, les œufs du parasite ne peuvent y poursuivre leur développement et les conditions génétiques de ce dernier sont telles qu'il ne peut se plier au régime d'échanges avec le milieu extérieur si ralenti et si spécial qui se trouve imposé par l'œuf de l'hôte à diapause estivo-hivernale (p. 519).

Quel est au point de vue spécifique le degré d'indépendance des deux biotypes définis sous les noms de *T. cacaeciae* et de *T. evanescens?* Pour trancher cette ques-

tion, nous avons fait une série d'essais destinés à nous renseigner sur la possibilité de croiser entre elles les deux formes. Ces essais ont montré que des accouplements peuvent se produire d'une part entre *T. cacaeciae* ♀ et *T. evanescens* ♂ et d'autre part entre *T. evanescens* ♀ et *T. cacaeciae* ♂, mais que dans les deux cas il y a amixie, la descendance ne présentant que des caractères purement maternels. Elle reste donc toujours parthénogénétique : femelle (sauf mâles exceptionnels) dans le premier cas (thélytoquie), et mâle d'une façon exclusive dans le second cas (arrhénotoquie). Dans les deux cas, les mâles présentent donc une inefficacité fonctionnelle ou mixique (p. 519).

Enfin le dernier chapitre (p. 526) a été consacré aux gestes anormaux ou dysharmoniques des Trichogrammes et comporte la discussion de la question des « faux hôtes ».

De l'ensemble des données du mémoire ressort l'intérêt de l'étude des Trichogrammes pour la Biologie générale. Bien connus déjà par la multiplication industrialisée qui en a été faite en Amérique pour lutter contre les ennemis des cultures, nous venons de voir qu'ils constituent aussi un matériel expérimental précieux pour le biologiste et le physiologiste. Il suffit pour l'attester de rappeler les facilités qu'ils présentent pour en obtenir l'élevage, la rapidité avec laquelle peuvent se succéder les générations, les variations de rythme que l'on peut à volonté imprimer au cycle annuel, les modalités diverses de leur reproduction parthénogénétique ou bisexuée, les réponses qu'ils donnent à des catégories d'excitations sensorielles encore peu connues. En mettant enfin à notre portée la possibilité de faire évoluer les représentants d'une espèce donnée à un stade très précoce du développement dans un milieu biologique qui diffère suivant la nature de l'hôte, ces parasites nous paraissent éminemment favorables pour l'étude de phénomènes qui ressortissent à une discipline de connaissances dont Yves Delage avait dès 1895 montré l'immense portée dans sa théorie des Causes actuelles [1] et que l'on a désignée récemment sous le nom de Phénogénétique en raison des liens qu'elle permet d'établir entre la Génétique et l'étude des facteurs externes ou internes du développement.

Au point de vue de la Biologie appliquée et des services rendus par les insectes parasites dans la lutte contre les ennemis des cultures, nous avons fait ressortir le rôle éminemment utile et trop souvent méconnu que jouent *dans les conditions naturelles* les Trichogrammes. La grande mortalité qui les décime pendant l'hiver justifie pourtant le forçage industriel auquel ils ont donné lieu dans divers pays

[1] « L'Ontogénèse n'est pas seulement le développement, la séparation, l'accentuation de tendances évolutives représentées au complet sous une forme, matérielle ou autre, dans l'œuf fécondé. Elle est, en partie cela, et en partie une formation progressive de parties et de propriétés vraiment nouvelles, et la constitution initiale de l'œuf n'est qu'une des conditions indispensables de leur production... » (Yves Delage. — L'Hérédité et les grands problèmes de la Biologie générale, 1re édition, Paris, 1895, conclusion de la 4e partie (p. 743-766) : La Théorie des Causes actuelles).

pour les faire intervenir dans la défense des cultures d'une façon aussi précoce que possible.

Nous avons d'autre part appelé l'attention sur la spécialisation plus ou moins grande que peuvent présenter les diverses lignées naturelles ou biotypes d'une même espèce pour parasiter des catégories d'hôtes déterminés : il y a donc lieu d'exercer un choix pour le prélèvement des souches qui servent aux multiplications artificielles en vue de combattre telle ou telle espèce nuisible; elles devront provenir, autant que possible, de lignées ayant dans la nature parasité le ravageur que l'on cherche à détruire et ayant vécu dans des conditions écologiques semblables à celles qui régissent l'évolution de ce dernier. Malgré l'assez grande constance dans leurs caractères que paraissent jusqu'ici offrir les lignées naturelles, il importe enfin de veiller à ce que, par un élevage trop prolongé dans les œufs d'un hôte qui diffère radicalement de celui auquel on veut opposer le parasite. on ne se trouve pas finalement en présence d'une population plus ou moins désensibilisée vis-à-vis de l'ennemi qu'il s'agit de combattre.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

Aurivillius (Ch.). — En ny svensk äggparasit. (*Entom. Tidskrift,* t. XVIII, p. 249-255, 1897.)

Borodin (D.-N.). — Sur la découverte de deux parasites d'œufs dans les environs de Stauropol. (*Amis de la Nature,* Pétrograd, t. XI, n° 5, p. 126-129, 3 fig., 1916.) [En russe.]

Cleare (L.-D.). — Moth Borer control in British Guinea (*4th Intern. Congress of Entom. Ithaca 1928,* p. 131-137, 1929.)

Dozier (H.-L.). — Descriptions of new Trichogrammatid Egg Parasites from the West Indies. (*Proc. Entom. Society Washington,* t. XXXIV, p. 29-37, Washington, 1932.)

Ellinger (T.) and Sachtleben (H.). — Notes on the East European Parasites of *Pyrausta nubilalis Hb.* (*Internat. Corn Borer investigations,* t. II, p. 62-73, 1929.)

Enock (F.). — Remarks on *Trichogramma evanescens* Westw. (*The Entomologist,* t. XXVIII, p. 283, 1895.)

Faure (J.-C.). — Contribution à l'étude d'un complexe biologique : *La Piéride du chou et ses parasites* (Thèse Doct. ès-Sc. Lyon), Lyon 1926.

Ferrière (C.) et Faure (J.-C.). — Sur *Trichogramma evanescens* Westw. parasite des œufs de *Pieris brassicae L.* (*Revue de Pathol. Végétale et d'Entomol. Agricole,* t. XI, p. 104-118, 1924.)

Flanders (S.-E.). — Biological control of the Codling Moth. (*Journ. Econ. Entom.,* t. XX, p. 644 1927.)

Flanders (S.-E.). — Mass production of egg parasites of the genus *Trichogramma.* (*Hilgardia,* Calif. agric. exp. Station, t. IV, p. 405-499, 1930.)

Flanders (S.-E.). — The mass production of *Trichogramma minutum* Riley and observations on the natural and artificial parasitism of the Codling-Moth egg. (*4th Intern. Congress of Entom. Ithaca 1928,* p. 110-130, 1929.)

Flanders (S.-E.). — The temperature relationships of *Trichogramma minutum* as a basis for racial determination. (*Hilgardia,* California agric. exp. Station, t. V, p. 396-406, 1931.)

Gatenby (J.-B.). — The segregation of the germ-cells in *Trichogramma evanescens.* (*Quart. Journ. of Microsc. Sc.,* t. LXIII, p. 161-174, pl. 13, 1 fig. texte, 1918.)

Gatenby (J.-B.). — The embryonic development of *Trichogramma evanescens.* (*Quart. Journ. of Microsc. Sc.,* t. LXII, p. 149-187, 3 pl., 1927.)

Girault (A.-A.). — Synonymic and descriptive notes on the Chalcidoid family *Trichogrammatidae* with descriptions of new species. (*Trans. Americ. Entom. Soc.*, t. XXXVII, p. 43-55, 1911.)

Girault (A.-A.). — On the identity of the most common species of the family *Trichogrammatidae* (Hym.). [*Bull. of the Wisconsin Nat. Hist. Society*, t. IX, p. 135-165, 1911.)

Girault (A.-A.). — The Chalcidoid Family *Trichogrammatidae*. (*Bull. of the Wisconsin Nat. Hist. Society*, t. X, p. 81-100; t. XI, p. 150-179; t. XII, p. 55-71; 1912, 1913, 1914.)

Harland (S.-C.) and Atteck (O.-M.). — Breeding experiments with biological races of *Trichogramma minutum* in the West Indies. (*Z. indukt. Abstamm.-u. Verherblehre*, t. LIV, n° 1-2, p. 54-76, Leipzig, 1933.) [D'après *Rev. of Applied Entom.*, 1933.]

Hase (A.). — Beiträge zur Lebensgeschichte der Schlupwespe *Trichogramma evanescens* Westw. (*Arb. Biol. Reichanstalt. Land-und Forstw.*, t. XIV, p. 171-224, 9 fig., Berlin, 1925.)

Hase (A.). — Experiments with *Trichogramma evanescens*. (*Internat. Corn Borer Investigations Sci. Reports*, t. II, p. 85-89, 1929.)

Henriksen (Kai.-L.). — Die europaeiske Vandsnyltehvepse og deres Biologie [The aquatic Hymenoptera of Europe and their biology.] (*Entomologiske Meddelelser*, t. XII, p. 137-251, Kjobenhavn, 1918-1919.) (*Trichogramma*, p. 178-180.)

Hey (G.-L.) and Thomas (I.). — On the biology of *Cacaecia crataegana* Hub. on fruit trees in the Wirbeckarea .(*The Annals of applied biology*, t. XX, p. 439-461, 1933.)

Hinds (W.-E.). — Review of five seasons work in Louisiana in controlling the Sugar-Cane moth borer by field colonizations of its egg parasite *Trichogramma minutum*. (*V^e Congrès Intern. Entomologie*, Paris 1932, p. 557-572.)

Hinds (W.-E.) and Osterberger (B.-A.). — Results of *Trichogramma* colonization on Sugar-Cane borer damage in Louisiana in 1931. (*Journal of Econom. Entom.*, t. XXV, p. 57-64, 1932.)

Hinds (W.-E.), Osterberger (B.-A.) and Dugas (A.-L.). — Review of six seasons work in Louisiana in controlling the Sugar-Cane moth borer by field colonizations of its egg-parasite *Trichogramma minutum*. (*Louisiana Bulletin*, n° 235, 36 pages, Louisiana State Univers., January 1933.)

Hintzelmann (U.). — Beiträge zur Morphologie von *Trichogramma evanescens* Westw. (*Arbeiten aus der biol. Reichsanstalt für Land-und Forstwirtschaft*, t. XIV, p. 225-230, 9 fig. Berlin, 1925.)

Holloway (T.-E.). — An experiment on the oviposition of a Hymenopterous Egg-parasite. (*Entom. News*, t. XXIII, p. 329, 1912.)

Holloway (T.-E.). — Some methods of handling minute Hymenopterous parasites. (*Journ. Econ. Entom.*, t. VI, p. 341-344, 1913.)

Howard (L.-O.) and Fiske (W.-F.). — The importation into the United States of the parasites of the Gipsy-Moth and the Brown-Tail Moth. (*U. S. D. A. Bureau of Entomology*, Bull. n° 91, 344 p., 74 fig., 28 pl. — Chapitre : The egg parasites of the Brown-Tail Moth. The Genus *Trichogramma*, p. 256-260, 1912.)

Kryger (J.-P.). — The European *Trichogramminae*. (*Entomologiske Meddelelser*, t. XII, p. 257-346, Kjobenhavn, 1918-1919.)

Kryger (J.-P.). — Further investigations upon the European *Trichogramminae*. (*Entom. Meddelelser*, t. XIII, p. 183-188, 1920.)

Marchal (P.). — Rapport sur les travaux accomplis par la mission d'étude de la Cochylis et de l'Eudémis, Paris et Liége (Ch. Béranger), 1912, p. 114.

Marchal (P.). — Contribution à l'étude génotypique et phénotypique des Trichogrammes. (*C. R. Acad. Sc.*, t. CLXXXV, p. 489-493, Paris 1927.)

Marchal (P.). — Les lignées naturelles de Trichogrammes. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLXXXV, p. 521-523, 1927.)

Marchal (P.). — Observations concernant la parthénogénèse et la spanandrie chez les Trichogrammes. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXCI, p. 584-588, 1930.)

Marchal (P.). — Le microptérisme et le dimorphisme saisonnier chez les Trichogrammes. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXCII, p. 316-318, 1931.)

Marchal (P.) et Feytaud (J.). — Sur un parasite des œufs de la Cochylis et de l'Eudémis. (*C. R. Acad. Sc.*, t. CLIII, p. 633, 1911.)

Martin (Ch.-H.). — Biological Studies of two Hymenopterous parasites of aquatic Insect eggs. (*Entomologica Americana*, t. VIII, p. 105-157, 3 pl., 1928.)

Masi (L.). — Contribuzioni alla conoscenza dei Calcididi Italiani. (*Boll. del Labor. di Zoologia generale e agraria dell. R. Scuola Sup. d'Agricoltura di Portici*, t. IV, p. 26-62, 1909.)

Mokrzecki (S.-A.). — Strzygonia Choinowka. (*Panolis flammea Schiff.*) Die Forleule, 131 pages [Trichogrammes : p. 44-47, 3 fig.] Varsovie 1928.

Mokrzecki (S.-A.) et Bragina (A.-P.). — Elevage de *Trichogramma semblidis* Aur. et *Tr. fasciatum* Perk. au laboratoire, et expériences de température. (*Station pomologique expérimentale de Salgir*, Simféropol, 13 p., 4 fig., 1916.) [En russe.]

Parker (H.-L.). — Recherches sur les formes post-embryonnaires des Chalcidiens. (*Annales Soc. entom. France*, t. XCIII, p. 261-379.)

Peterson (A.). — A biological study of *Trichogramma minutum* Riley as an egg parasite of the oriental fruit moth. (*U. S. D. A. Technical Bull*, n° 215, 21 pages, 8 fig., 1930.)

Picard (F.). — Contribution à l'étude des parasites de *Pieris brassicae* L. (*Bull. biol. de la France et de la Belgique*, t. LVI, p. 54-130, 1922.)

Portschinsky (J.-A.). — *Phalera bucephala* L. et son importance pour l'élevage artificiel de *Pentharthron* (*Oophthora*) *semblidis* en hiver. (*Travaux du Bureau d'Entomologie*, t. X, n° 4, 16 p., 1913.) [En russe.]

Pospielow (W.). — Versuche Künstlicher Infizierung der Wintersaateule (*Agrotis segetum*) mit parasitischen Hymenopteren. (*Zeitschr. für Wissensch Insektenbiologie*, t. X, p. 52-58, 1914.

Poutiers (R.). — La Pyrale du Maïs et ses parasites. (*Riviera Scientifique*, t. IX, n° 1, p. 1-5, 1922.)

Radetzky (A.-F.). — *Oophtora semblidis* Aur. : Description, biologie et utilisation dans la lutte contre *Carpocapsa pomonella* L. (*Station Entom. du Turkestan*, 28 p., 1 pl., 1913.) [En russe. cité d'après Ferrière et Faure.]

Sachtleben (H.). — Beiträge zur Naturgeschichte der Forleule, *Panolis flammea* Schiff. und ihrer Parasiten. (*Arbeit. aus der Biol. Reichsanstalt für Land-und Forstwirtschaft*, t. XV, p. 439-537, Berlin 1927.)

Salt (G.). — Experimental Studies in Insect Parasitism. I. Introduction and Technique. — II. Superparasitism. (*Proceedings of the Royal Society*, Ser. B, vol. 114, p. 450-476, 1 pl., 6 fig.; London 1934.)

Salt (G.). — Experimental Studies in Insect Parasitism. III. Host Selection. (*Proc. Royal Society*, Ser. B, vol. 117, p. 413-435, 1 fig. ,London 1935.)

Salt (G.) and Laing (J.). — Discrimination ability of a parasitoid. (*Nature*, t. CXXXV, p. 792, 1935.)

Schread (J.-C.). — Methods of Breeding *Trichogramma* in Connecticut. (*Journ. Econom. Entom.*, t. XXVI, p. 402-403, 1 pl., Geneva, N. Y., 1933.)

Schreiner (J.-T.). — Zwei neue interessante Parasiten der Apfelmade *Carpocapsa pomonella* L. (*Zeitschr. für Wiss. Insektenbiologie*, t. III, p. 217-220, 1907.)

Schulze (H.). — Über die Fruchtbarkeit der Schlupwespe *Trichogramma evanescens* Westwood. (*Zeitschr. für Morphologie und Ökologie der Tiere*, t. VI, p. 553-585, Berlin 1926.)

Silvestri (F.). — Contribuzioni alla conoscenza biologica degli Imenotteri parassiti. IV. Sviluppo dell *Oophthora semblidis* Aur. (*Boll. del Labor. di Zoologia generale e agraria dell. R. Scuola Sup. d'Agricoltura di Portici*, t. III, p. 72, 1908.)

Silvestri (F.). — Contribuzioni alla conoscenza degli insetti dannosi e dei loro symbionti. III. *Polychrosis botrana* Schiff. e *Conchylis ambiguella* Hb. (*Boll. R. Sc. Sup. Agric. Portici*, t. VI, p. 265, 1912.)

Stellwaag (F.). — Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. (*Monographien zur angew. Entomologie*, n° 6, Berlin (Parey), 1921.)

Stellwaag (F.). — Neuere Erfahrungen in der biologischer Bekämpfung schädlicher Insekten (*Verh. Deutsch. Gessels. für Angew. Entom.*, 7° Congrès, Munich, p. 15-32, 1928.)

Thompson (W.-R.). — The biological Control of Insect and Plant pests (Report of Farnham House Laboratory), London (H. M. Stationery Office), 1930, [pour Trichogrammes, pages 32, 69, 84].

Thompson (W.-R.) and Parker (H.-L.). — The problem of host relations with special reference to entomophagous-parasites. (*Parasitol.*, t. XIX, p. 1-34, Cambridge 1927.)

Thorpe (W.-H.). — Biological races in insects and allied groups. (*Biological Reviews*, t. V, p. 177-212, Cambridge 1930.)

Tomaszewski (W.) und Hase (A.). — Ueber eine erfolgreiche Massenzucht von *Trichogramma minutum* Riley [Hym. Chalc.]. (*Nachr. Bl. deutsch. Pflanzenschutz. Dienst.*, t. XIII, n° 6, p. 41-43, 5 fig., Berlin 1933.)

Troitzky (N.-N.). — Sur l'activité des parasites des œufs de *Carpocapsa pomonella* au Turkestan, (*Travaux du I^er^ Congrès pan-russe des Entomologistes Economistes à Kiev* en 1913, Kiev, p. 135. 1915.) [En russe, cité d'après Ferrière et Faure.]

Ullyett (G.-C.). — Host selection by *Microplectron fuscipennis* Zett. (*Proceedings of the Roy. Society*, Ser. B, vol. 120, p. 253-291, 1936.)

Vassiliev (I.-V.). — Ueber neue Fälle von Parthenogenese in der Familie der Chalcidida. (*Zeitschrf. f. Wiss. Insekten Biologie*, t. III, p. 386-387, 1907.)

Vassiliev (I.-V.). — *Dendrolimus pini* L. et *D. segregatus* Butl., leur biologie, leur action nuisible et les méthodes de les combattre. *Travaux du Bureau d'Entomologie*, t. V, n° 7, 99 p., 2 pl., 1913.) [En russe, cité d'après Ferrière et Faure.]

Voelkel (H.). — Über die praktische Bedeutung der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Westw. (*Arbeiten biol. Reichstanstalt f. Land-und Forstwirtschaft*, t. XIV, p. 97-108, 2 fig., Berlin 1925.)

Wishart (G.). — Large Scale Production of the Egg parasite *Trichogramma minutum* Riley. (*Canadian Entomol.*, t. LXI, p. 73-76, 3 fig., Orillia, Ont. 1929.)

Wolff (M.). — Entomologische Mitteilungen. I. Die europaischen *Trichogrammatinen*, unter Berücksichtigung ihrer praktischen Bedeutung als Schmarotzerinsekten. (*Zeitschr. für Forst. und Iagdwesen*, t. XLVII, p. 471-497, et 543-568, 24 fig., 1915.)

Zorin (P.-V.). — A method of rearing *Trichogramma evanescens* Westw. (*Défense des plantes*, t. IV, p. 316-319, Leningrad 1927.) [En russe.]

Zulueta (A. de). — Le polymorphisme des mâles chez l'Hyménoptère *Trichogramma evanescens*. (*Verhandl. V° Intern. Kongress f. Vererbungswissenschaft*, p. 1606-1611, 3 fig. Berlin 1927.)

1

2

1. Trichogramma cacæciæ ♀ — 2. Trichogramma evanescens ♀

TABLES DES MATIÈRES.

I. MÉMOIRES ORIGINAUX.

Pages.

Chappellier (A.) et Raucourt (M.). — Les traitements insecticides arsenicaux sont-ils dangereux pour le gibier et pour les animaux de la ferme..... 191

Chappellier (A.) et Raucourt (M.). — Les oiseaux contre le Doryphore..... 241

Foëx (Ét.). — Étude expérimentale des Piétins du blé au cours de la campagne 1934-1935 1

François (L.). — Semences et premières phases du développement des plantes commensales des végétaux cultivés 125

Fron (G.). — Action de certains dérivés de la Quinoléine sur la germination du blé.... 333

Gaudineau (M.). — Le Wilt ou flétrissement des Reines-marguerites..... 145

Joëssel (P. H.). — Essais de traitements contre les maladies du melon (année 1935).. 21

Joëssel (P. H.) et Suau (J.). — Produits mouillants ou adhésifs dans les traitements mixtes contre le Carpocapse ou la Tavelure..... 31

Kale (F.). — Résistance relative des blés au *Puccinia glumarum* Eriks et Henn dans la la région versaillaise..... 13

Marchal (P.). — Recherches sur la biologie et le développement des hyménoptères parasites. Les Trichogrammes..... 447

Paillot (A.). — Contribution à l'étude des maladies à ultra-virus des insectes..... 341

Raucourt (M.) et Trouvelot (B.). — Les principes constituants de la pomme de terre et le Doryphore. — Réactions d'ordre sensitif chez la larve..... 51

Schad (Ch.). — Les stations d'avertissements agricoles et la lutte contre le Mildiou de la vigne..... 283

Soulie (H.). — La lutte contre le ver des Pommes dans le Puy-de-Dôme..... 159

Rapports sommaires sur les travaux accomplis dans les laboratoires en 1934 et 1935.. 381

II. TABLE PAR NOMS D'AUTEUR.

(*Les noms composés en caractères gras rappellent les mémoires originaux*).

	Pages.		Pages
Allain (A.)	266	Balachowsky (A.)	117
Allen Clark (J.)	253	Barnette (R. M.)	275
Alvarez Labiada (C.)	103	Bayles (B. B.)	253
Andrus (C. F.)	106	Beaucarnot (R.)	254
Anonyme	423	Beaumont (A.)	110
Aubin (L.)	257	Bellair (G.)	257
Avakian (A. A.)	426	Besub (K. E.)	444

Boczkowska (M.) 117
Bodnar (J.) 279
Böning (K.) 429
Borden (A. D.) 437
Bornhovd (L.) 429
Borzini (G.) 105
Bouhelier (H.) 442
Bousquet (E. W) 445
Bovey (P.) 268, 269
Boyce (A. M.) 435
Brannon (L. W.) 120
Bremer (H.) 430
Briau (P. W.) 426
Brooks (H. C.) 122
Buchheim (A.) 260
Buck (R. E.) 273
Burdette (R. C.) 122
Burgevin (H.) 275
Burkholder (W. H.) 109
Camp (A. F.) 122
Camp (J. P.) 275
Canneri (G.) 281
Carl Stemmler 440
Carter (R. H.) 279
Carter (W.) 116, 439
Chapman (B. J.) 121
Chappellier (A.) 191, 241
Chasset (L.) 257
Christie (J. R.) 271
Cleveland (C. R.) 277
Colley (L. M.) 264
Collins (D. L.) 433, 434
Copisarow (R.) 428
Cory (E. N.) 123
Couderc (J.) 270
Crane (M. B.) 254
Curzi (M.) 108
Cutright (C. R.) 434
Davis (A. C.) 119
Davis (D. H. S.) 274
Davis (M.) 106
Dean (R.W.) 121
Defago (G.) 263
Diamond (V. R.) 277
Dietz (H. F.) 120, 445
Dillon Weston (W. A. R.) 258
Dine (Van D. L.) 443
Dingler (M.) 119, 277
Driggers (B. F.) 434
Dulac (J.) 123
Durham (H. E.) 441
Dutton (W. C.) 442
Dykstra (T. P.) 431
Elton (Ch.) 274
Eyer (J. B.) 437
Faes 256
Farrar (M. D.) 443
Fellers (C. R.) 273
Findlay (G. M.) 274
Foëx (Et.) 1, 275
François (L.) 125
Francolini (J. de) 442, 445
Fron (G.) 333
Frost (S. W.) 433
Gasow (H.) 277
Gaudineau (M.) 145
Germar (B.) 275
Glasgow (H.) 433
Goidanich (G.) 108, 109
Goudkov (A. N.) 427
Goyta y Angulo (Manuel de) 100
Gross (C. R.) 124
Guillemart (R.) 253
Guterman (C. E. F.) 109
Haas (A. R. C.) 123
Haenseler (C. M.) 120
Hall (J.W.) 122
Harman (S.W.) 434
Harper Gray (R. A.) 122
Harrison (A. J.) 113
Harrison (H. T.) 107, 262
Hart (Helen) 259
Hartzell (A.) 107
Hawker (L. E.) 112
Hendricks (L.) 268
Hensill (G. S.) 444
Hering (M.) 271
Herrero Egana (M.) 103
Hibbert-Ware (Miss A.) 440
Hodgkiss (H. E.) 435
Hoggan (A.) 432
Horn (V.) 255
Horsfall (J. G.) 113
Hoskins (W. M.) 280, 444
Hosley (N.W.) 274
Howard (M. F.) 120
Hruby (K.) 104
Huet (G.) 425
Jefferson (R. N.) 121
Jenkin (T. J.) 102
Jenkins (A. E.) 266
Joëssel (P. H.) 21, 31
Johnson (E. M.) 430
Johnson (J.) 432
Johnson (L. R.) 442
Jonard (P.) 423

Jones (F. R.) ... 106
Jones (L. S.) ... 438
Kagy (J. F.) ... 443
Kalé (F.) ... **13**
Karkadinousky (J. A.) ... 439
Kattermann (G.) ... 425
Keay (Gladys) ... 274
Kelley (V.W.) ... 443
Kitchel (L.) ... 280
Kluijver (H. N.) ... 441
Koch (A.) ... 116
Lacarelle (A.) ... 257
Langford (G. S.) ... 123
Lapinskaïa (S. M.) ... 426
Larson (R. H.) ... 261
Larter (L. N. H.) ... 258
Lebedewa (N. I.) ... 444
Le Clerg (E. I.) ... 119, 430
Lecolier (L.) ... 257
Leonian (L. H.) ... 267
Lhomme (L.) ... 272
Lindquist (J. C.) ... 265
Little (V. A.) ... 281
Mac Atee (W. L.) ... 274
Machado (W.) ... 434
Macindoe (S. L.) ... 99
Mack (G. L.) ... 434
Magini (P.) ... 281
Mains (E. B.) ... 112
Manil (P.) ... 264
Mansour (K.) ... 270, 271
Marchal (E.) ... 268
Marchal (P.) ... **447**
Marcovitch (S.) ... 276
Marloth (R. H.) ... 427
Marshall (J.) ... 278
März (R.) ... 440
Maschtakow (S. M.) ... 280
Masera (E.) ... 114, 271
Mason (H. C.) ... 120
Massee (A. M.) ... 261
Massey (L. M.) ... 266
Mehrlich (F. P.) ... 264
Meng (G.) ... 117
Menzel (K. C.) ... 279
Mesnil (L.) ... 117
Metalnikov (S.) ... 117
Metalnikov (S. S.) ... 117
Miedzyrzecki (Ch.) ... 257
Miege (E. M.) ... 268
Miles (G. F.) ... 441
Mitra (M.) ... 260
Montemartini (L.) ... 106
Moore (W. D.) ... 106
Moreau (E.) ... 121
Morgan (M. F.) ... 255
Morrison (H. E.) ... 434
Mulh (E.) ... 255
Müller-Böhme (H.) ... 273
Neff (A.) ... 124
Nemec (B.) ... 104
Nieves (R.) ... 105
Noble (L.W.) ... 439
O'Connor (M. G.) ... 273
Orekhova (T. A.) ... 426
Ortega Nieto (J. M.) ... 103
Pagliano (M. Th.) ... 441
Paillot (A.) ... 115, 116, 176, **341**
Parks (T. H.) ... 435
Parrott (P. J.) ... 433
Pavlova (A.) ... 103
Perret (J.) ... 442
Persing (Ch. O.) ... 278, 436
Petherbridge (F. R.) ... 442, 443
Philiptchenko (J. A.) ... 424
Pilat (M.) ... 280
Pissareva (A. V.) ... 100
Popow (P.W.) ... 444
Potter (E.) ... 280
Price (W.) ... 432
Quayle (H. J.) ... 123
Ramsey (G. B.) ... 107
Raucourt (M.) ... **51, 191, 241**
Reed (T.W.) ... 434
Regnier (R.) ... 278
Ressler (I. L.) ... 124
Richardson (Ch. H.) ... 123, 443
Riehm (Dr. E.) ... 118
Riker (A. J.) ... 106
Rochert (A.) ... 115
Röder (K.) ... 261
Rose (R. D.) ... 260
Rosen (H. R.) ... 265
Ruggieri (G.) ... 108, 109
Salzberg (P. L.) ... 445
Sattler (F.) ... 429
Schad (Ch.) ... **283**
Scheffer (Theo. H.) ... 439
Schnell (H.) ... 255
Schoene (W. J.) ... 121
Schreiber (L.) ... 101
Schwartz (Dr. M.) ... 118
Sessous (G.) ... 255
Sibilia (C.) ... 109
Small ... 119
Smith (C. M.) ... 124

Smith (R. H.) ... 278
Soulié (H.) ... **159**
Staehelin ... 256
Stammer (H. J.) ... 117
Stanley (W. M.) ... 276
Stanley (W. W.) ... 276
Stearns (L. A.) ... 435
Stoffels (E.) ... 258
Stone (W. E.) ... 431
Stratschitzky (H. I.) ... 280
Street (O. E.) ... 255
Strong (L. A.) ... 121
Suau (J.) ... **31**
Thomas (I.) ... 442, 443
Thornberry (H. H.) ... 276
Trager (W.) ... 115
Trouvelot (B.) ... **51**
Trumble (H. C.) ... 102
Tydeman (H. M.) ... 427
Ullstrup (A. J.) ... 259
Valleau (W. D.) ... 430
Vanderwalle (R.) ... 253, 267
Vears (C. K.) ... 99
Verner (L.) ... 107
Villiers (P. J. R. de) ... 99
Vinet (L.) ... 121
Volodkovitch (M. I.) ... 424
Walker (J. C.) ... 261
Wallner (F.) ... 429
Wampler (E. I.) ... 444
Webster (R. L.) ... 437
Westcott (C.) ... 264
White (G. F.) ... 439
White (W. H.) ... 276
Wickens (G. M.) ... 110
Wiesmann (R.) ... 279
Williams (R. D.) ... 101
Winkelmann (A.) ... 428
Wolf (F. A.) ... 106
Wormald (H.) ... 263
Yeates (G. K.) ... 440
Yoshitaka Imai ... 104
Young (H. D.) ... 119
Young (P. A.) ... 261
Zaleski (K.) ... 259
Zeisert (E. E.) ... 120
Ziebarth (R. K.) ... 274

III. TABLE MÉTHODIQUE.

Pages.

I. PHYTOGÉNÉTIQUE.

Céréales.

Allen Clark (J.) et Bayles (B. B.). — Classification des variétés de blé cultivées aux États-Unis ... 253
Goyta y angulo (Manuel de). — L'hérédité de quelques caractères dans les blés durs ... 100
Guillemart (R.). — L'orge de Brasserie en 1935 ... 253
Huet (G.). — De la classification commerciale des variétés de riz du Sud Indochinois conservées à l'expertise ... 425
Jenkin (T. J.). — Hybrides interspécifiques et intergénériques chez les graminées de prairie, II *Lolium perenne* × L. *Temulentum* ... 102
Jonard (P.). — Essai de classification des Blés tendres cultivés en France ... 423
Kattermann (G.). — Résultats génétiques de croisements Blé × Seigle jusqu'en F_4 ; première communication : la pilosité de la tige et ses rapports avec la longueur de la paille et la fertilité ... 425
Philiptchenko (J. A.). — Génétique des blés tendres ... 424
Pissareva (A. V.). — Méthodes d'hybridation chez les blés ... 100
Schreiber (L.). — Les blés des îles de la Méditerranée ... 101
Trumble (H. C.). — Note sur l'origine de *Phalaris Tuberosa* L. ... 102
Vanderwalle (R.). — Contribution à l'étude de la désinfection des céréales par l'eau chaude ... 253

Vears (C. K.) et Macindoe (S. L.). — Le charbon de l'avoine. Les réactions des variétés de la maladie ... 99
Villiers (P. J. R. de). — Étude génétique de l'hérédité des différents caractères chez certains hybrides d'*Avena* ... 99
Volodkovitch (M. I.). — Comparaison entre l'analyse après culture et l'analyse au laboratoire des avoines de la région de Koüibyskew ... 424

Cultures industrielles.

Beaucarnot (R.). Rendements comparatifs de l'Institut de Beauvais avec d'autres variétés résistantes à la galle verruqueuse ... 254
Crane (M. B.). — Note sur une chimère périclinale dans la pomme de terre ... 254
Morgan (M. F.) et Street (O. E.). — Vitesse de croissance et assimilation de l'azote chez le tabac ... 255
Sessous (G.), Horn (V.), Schnell (H.), Mulh (E.). — Essais culturaux et fourragers avec la Mauve fourragère de Lampe ... 255
Williams (R. D.). — Génétique de la couleur de la fleur chez *Trifolium pratense* L. ... 101

Cultures maraîchères.

Avakian (A. A.). — Détermination des espèces d'*Allium* d'après les caractères morphologiques et anatomiques des grains ... 426
Briau (P.W.). — Variétés de laitues pommées et leur classification ... 426
Goudkov (A. N.). — Valeur comparée des méthodes chimique et morphologique de distinction entre *Pisum arvense* L. et *Pisum sativum* L. ... 427
Orekhova (T. A.) et Lapinskaïa (S. M.). — Différences morphologiques et anatomiques entre les différentes variétés de choux ... 426
Pavlova (A.). — Variétés de pois chiches résistantes à l'Anthracnose ... 103

Arbres fruitiers.

Aubin (L.). — La standardisation des variétés de pommes ... 257
Bellair (G.). — Les mutations en horticulture ... 257
Chasset (L.). — Variétés standard de poires ... 257
Copisarow (M.). — Le métabolisme des fruits et des légumes en relation avec leur conservation ... 428
Faës et Staehelin. — Essais de fécondation artificielle du pommier franc roseau en Valais ... 256
Lecolier (L.). — La pratique du surgreffage dans la réorganisation du verger français. 257
Tydeman (H. M.). — Variations chez le pommier porte-greffe «Paradis». Étude de quelques caractères de la feuille et de la tige chez quatre races ... 427

Cultures méditerranéennes.

Herrero Egana (M.) et Acerete (A.). — Procédé d'appréciation de la surface externe des oranges par impression sur papier ... 103
Herrero Egana (M.) et Alvarez Labiada (C.). — Faculté germinative du pollen chez le genre *Citrus* ... 103
Marloth (R. H.). — Essais colorimétriques pour les espèces de *Citrus* ... 427
Lacarelle (A.) et Miedzyrzecki (Ch.). — Contribution à l'étude du Clémentinier au Maroc et en particulier, de la question présence ou absence de pépins ... 257
Larter (L. N. H.). — Hybrides de Musa. Cytologie somatique de certaines plantules de Musa à la Jamaïque ... 258

Plantes d'ornement.

Hruby (K.). — Quelques nouveaux hybrides spécifiques du genre *Salvia:* description et analyse.... 104
Nemec (B.). — Sur la formation des capsules et des graines chez *Lilium candidum* L.... 104
Yoshitaka imai. — Fleurs panachées et leurs dérivées par variation gemmaire..... 104

Divers.

Imperial Bureau of Plant Genetics. Plant Breeding Abstracts..... 423

II. PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

Céréales.

Böning (K.) et Wallner (F.). — Flétrissement, maladie du pied et autres dégâts sur maïs causés par *Colletotrichum graminicolum* (Ces.)Wilson..... 429
Bornhovd (L.). — Contributions sur la biologie de l'*Ustilago hypodites* sur *Elymus arenarius* L..... 429
Borzini (G.). — Le charbon du maïs en 1934 dans la région d'Agro-romain..... 105
Buchheim (A.). — Influence de l'attaque du charbon sur la croissance et le faciès de la plante-hôte 260
Dillon Weston(W. A. R.). — La production des spores d'*Helminthosporium avenæ* et *Alternaria solani* en culture pure..... 258
Hart (Helen) et Zaleski (Karol). — Effets de l'intensité lumineuse et de la température sur l'infection du blé Hope par *Puccinia graminis tritici*..... 259
Mitra (M.) et Bose (R. D.). — Les helminthosporioses de l'orge et leur traitement..... 260
Nieves (R.). — Infection expérimentale du seigle Petkus par les caries du blé..... 105
Ullstrup (Arnold J.). — Études sur les variations du pouvoir pathogène et des caractères culturaux de *Gibberella saubinetti*..... 259
Winkelmann (A.). — Pourquoi la carie du blé augmente-t-elle malgré les traitements?. 428

Cultures industrielles.

Dykstra (T. P.). — Un virus dans les pommes de terre américaines d'apparence saine.. 431
Hoggan (A.) et Johnson (J.). — Comportement du virus n° 1 de la «mosaïque banale» du tabac, dans les sols..... 432
Johnson (E. M.) et Valleau(W. D.). — Variations culturales de *T. basicola*..... 430
Le Clerg (E. I.). — Les facteurs qui influent sur l'erreur expérimentale dans des essais en pots et en serre, avec des betteraves à sucre..... 430
Riker (A. J.), Jones (F. R.) et Davis (Marguerite C.). — Des taches d'origine bactérienne sur les feuilles de luzerne..... 106
Röder (K.). — Recherches sur la maladie du Phytophthora (*Phytophthora infestans*) de la Tomate..... 261
Sattler (F.). — Sur la biologie de *Thielavia basicola* Zopf..... 429
Stone(W. E.). — Croissance, composition chimique et rendement des pommes de terre normales affectées de mosaïques..... 431
Wolf (F. A.). — Morphologie du *Polythrincium* causant le «sooty-blotch» du trèfle.... 106

Cultures maraîchères.

ANDRUS (C. F.) et MOORE (W. D.). — *Colletotrichum truncatun* SCHUW sur Haricot commun et Haricot de Lima 106
BREMER (H.). — Sur la lutte contre le charbon de l'oignon 430
MASSÉE (A. M.). — Transmission de la maladie à virus du fraisier «yellow edge» par le puceron du fraisier 261
RAMSEY (G. B.). — Une pourriture des tomates due à un *Pleospora* 107
WALKER (J. C.) et LARSON (R. H.). — La cyanamide calcique et la lutte contre la hernie du chou 261
YOUNG (PAUL A.). — Une pourriture de potirons et de courges due à un *Sclerotinia* ... 261

Arbres fruitiers.

COLLEY (L. M.). — Identification de mosaïques des framboisiers 264
DEFAGO (G.). — De quelques Valsées von Höhnel parasites des arbres à noyau dépérissants 263
FROST (S. W.). — Note sur les pulvérisations d'insecticides de contact des pêchers pendant l'été 433
GOIDANICH (G.). — Une nouvelle espèce d'*Ophiostoma* vivant sur Poire 108
HARRISON (H. T.). — Pourriture brune des fruits et maladies associées en Australie.. 107
HARRISON (T. H.). — I. La pourriture des fruits et les maladies des arbres fruitiers qui y sont associées. — II. Les apothécies des champignons qui en sont la cause. 262
HARTZELL (A.). — Étude sur les «yellows» des pêchers et leur insecte vecteur 107
VERNER (L.). — Étude physiologique de la craquelure chez les pommes Stayman Winesap 107
WORMALD (H.). — Les maladies des arbres fruitiers dues aux champignons du genre *Sclerotinia* 263

Vignes et Cultures méditerranéennes.

CURZI (M.). — *Dematophora glomerata* VIALA et VIALINA n. gen 108
MEHRLICH (F. P.). — Virulence et variation des *Phytophtora* causant la pourriture du cœur des ananas 264
RUGGIERI (G.). — Altération sur *Citrus sinensis* OSB. déterminée par *Mycosphaerella aurantiorum* n. sp 109
RUGGIERI (G.). —Altération des fruits de *Citrus* causée par le *Phoma aurantiiperda* n. sp. et le *Septoria citricola* n. sp 108

Arbres forestiers.

GOIDANICH (G.). — Les altérations parasites chromogènes du bois en Italie. — I. Notions générales sur les champignons chromogènes du bois 109
SIBILIA (C.). — Essais sur la résistance de quelques Ormes asiatiques au *Ceratostomella ulmi* BUIS 109

Plantes d'ornement.

BEAUMONT (A.). — La lutte contre le Botrytis des Tulipes 110
BURKHOLDER (W. H.) et GUTERMAN (C. E. F.). — Taches bactériennes des feuilles d'œillets 109

Harrison (A. L.). — La forme parfaite de *Phomopsis Stewartii* sur Cosmos..... 113
Hawker (L. E.). — Expériences complémentaires sur la pourriture fusarienne des bulbes de Narcisse..... 112
Lindquist (J. C.). — La brûlure des feuilles de narcisses et jonquilles..... 265
Mains (E. B.). — Résistance à la rouille chez les *Antirrhinum*..... 112
Manil (P.). — Une maladie bactérienne du Lilas, nouvellement constatée en Belgique. 264
Massey (L. M.) et Jenkins (A. E.). — L'anthracnose des violettes due à un *Sphaceloma*. 266
Rosen (H. R.). — Une maladie des roses due au *Phytomonas syringae*..... 265
Westcott (C.). — Le chancre charbonneux du rosier, dû au *Coniothyrium Wernsdorffiae*..... 264
Wickens (G. M.). — Flétrissement, pourriture des tiges et mortalité des œillets perpétuels..... 110

Divers.

Allain (André). — Contribution à l'étude du *Phytophthora cambivora*..... 266
Hendricks (L.). — Un nouvel hôte du *Bacterium tumefaciens*..... 268
Horsfall (J. G.). — Pasteurisation électrique du sol contre la pourriture des semis. 113
Léonian (Léon H.). — L'influence des auxines sur le *Phytophthora cactorum*..... 267
Marchal (E.). — Observations et recherches effectuées à la Station de Phytopathologie de l'État pendant l'année 1934..... 268
Montemartini (L.). — Contribution à l'étude des hormones animales sur les plantes. 106
Vanderwalle (R.). — Quelques caractères physiologiques de différentes souches de *Verticillium* du groupe *Dahliae*..... 267

III. ZOOLOGIE AGRICOLE.

Cultures maraîchères.

Miege (E. M.). — Un dangereux parasite de la fève..... 268

Arbres fruitiers.

Bovey (P.). — Observations sur le cycle évolutif de *Laspeyresia* (*Carpocapsa*) *pomonella* L. en Suisse Romande..... 269
Bovey (P.). — L'anthonome d'hiver du poirier..... 268
Borden (A. D.). — Étude en Californie du contrôle de Carpocapse et des résidus de pulvérisation..... 437
Boyce (A. M.). — Le carpocapse dans les noyers persans..... 435
Collins (D. L.) et Machado (W.). — Considérations sur le phototropisme des papillons de carpocapse en rapport avec la physiologie des yeux composés..... 434
Cutright (C. R.) et Morrison (H. E.). — Sensibilité relative des variétés à l'attaque du carpocapse..... 434
Driggers (B. F.). — Nouvelles expériences de contrôle du carpocapse avec les composés nicotinés..... 434
Eyer (J. B.). — Nouvelles observations sur le pouvoir attractif des éthers de la série de l'acétate d'éthyle sur le carpocapse..... 437
Frost (S. W.). — Appâts pour papillon de la tordeuse orientale du pêcher..... 433
Glasgow (H.). — Produits de remplacement de l'arséniate de plomb dans la lutte contre la mouche des cerises..... 433

HARMAN (S. W.) REED (T. W.) et MACK (G. L.). — Pouvoir insecticide de différents composés de la nicotine dans le contrôle du carpocapse en 1934..... 434
HODGKISS (H. E.). — La situation du carpocapse en Pensylvanie..... 435
JONES (L. S.). — Notes sur le contrôle d'*Anarsia lineatella* en Californie..... 438
JONES (L. S.). — Observations sur l'habitat et le cycle évolutif d'*Anarsia lineatella* en Californie..... 438
PARKS (T. H.). — État actuel de la question du contrôle du carpocapse dans l'Ohio.. 435
PARROTT (P. J.) et COLLINS (D. L.). — Nouvelles observations sur l'influence de la lumière artificielle sur les invasions du carpocapse..... 433
PERSING (C. O.). — Étude de mélanges d'huiles différentes avec bouillies à base d'arséniate de plomb, de cryolithe et fluosilicate de baryum..... 436
STEARNS (L. A.). — Le contrôle du carpocapse en Delaware..... 435
WEBSTER (R. L.). — Le carpocapse et le temps..... 437

Plantes d'ornement.

COUDERC (J.). — Étude monographique de la Cécidomyie de la violette..... 270

Maladies bactériennes des insectes.

MASERA (E.). — Flore microbienne de l'œuf de *B. mori* (3e note)..... 114
MASERA (E.). — *Beauveria globulifera* parasite de *Bombyx mori*..... 114
MASERA (E.). — Comportement de *B. mori* après infection expérimentale avec *B. prodigiosum*..... 114
MASERA (E.). — Observations sur le parasitisme de *Nosema bombycis* chez *B. mori*... 114
METALNIKOV (S.) et MENG (G.). — La tuberculose chez les Courtilières *Gryllotalpa vulgaris* L..... 117
METALNIKOV (S.) et METALNIKOV (S. S.). — Utilisation des microbes dans la lutte contre les insectes nuisibles..... 117
PAILLOT (A.). — Nouvel ultravirus d'*Agrotis segetum* provoquant une prolifération des tissus infectés..... 116
PAILLOT (A.). — Sur une nouvelle maladie à ultravirus (maladie à polyèdres) des chenilles de *Vanessa urticae* L..... 116
PAILLOT (A.). — Contribution à l'étude des maladies intestinales du ver à soie..... 115
PAILLOT (A.). — Nodules leucocytaires et processus réactionnels divers chez les vers à soie infectés expérimentalement avec *Streptococcus bombycis*..... 115
ROCHERT (A.). — Recherches sur la loque bénigne ou loque Européenne des Abeilles. 115
TRAGER (W.). — Culture du virus de la grasserie dans les cultures de tissu de ver à soie..... 115
WHITE (G. F.) et NOBLE (L. W.). — Sur une septicémie du «Ver rose» du coton... 439

Généralités et traités.

BOCZKOWSKA (M.). — Contribution à l'étude de l'immunité chez les chenilles de *Galleria mellonella* L. contre les champignons entomophytes..... 117
CARTER (W.). — Les symbiotes de *Pseudococcus brevipes*..... 116
KOCH (A.). — Communication sur insectes artificiellement privés de leurs symbiotes. 116
MANSOUR (K.). — Sur les relations soi-disant symbiotiques entre les Coléoptères et les microorganismes intracellulaires..... 271

Mansour (K.). — Sur les microorganismes intracellulaires de quelques Bostryches... 270
Masera (E.). — Phénomènes d'antagonisme et antibiose entre *B. prodigiosus* et *B. bassiana* 271
Stammer (H. J.). — Nouvelles symbioses chez les Coléoptères 117
Balachowsky (A.) et Mesnil (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées..... 117
Héring (M.). — Les mines des feuilles en Europe centrale et septentrionale..... 271
Lhomme (L.). — Catalogue des Lépidoptères de France et de Belgique..... 272
Riehm (D^r E.) et Schwartz (D^r M.) — Défense des cultures..... 118

Nématodes.

Christie (J. R.). — Développement des nodosités de Nématodes sur racines..... 271

Vertébrés utiles et nuisibles.

Elton (Ch.), Davis (D. H. S.) et Findlay (G. M.). — Une épidémie sur *Microtus agrestis* dans le Sud de l'Écosse au printemps de 1934..... 274
Elton (Ch.) et Keay (Gladys). — Apparition saisonnière du rouget *Trombicula automnalis* Shaw. sur les Campagnols et les Mulots, près d'Oxford..... 274
Hosley (N. W.) et Ziebarth (R. K.). — Le Daim à queue blanche pendant l'hiver dans les forêts du Centre-Nord de Massachussetts..... 274
Karkadinousky (J. A.). — Sur la brucellose des Rats gris sauvages..... 439
Müller Böhme (H.). — Contribution à l'étude de l'anatomie, de la morphologie et de la biologie du Campagnol terrestre. — Étude de sa parenté avec le Campagnol d'eau 273
O'Connor (M. G.), Buck (R. E.) et Fellers (C. R.). — Recherches sur la Scille rouge; propriétés, toxicité et acceptation par le rat des appâts à la Scille rouge..... 273
Scheffer (Théo H.). — Rongeurs et Taupes attaquant les plantes bulbeuses..... 439
Mac Atée (W. L.). — Nourriture des Oiseaux de proie diurnes les plus communs.... 274
Durham (H. E.). — Bouvreuil et arbres fruitiers..... 441
Hibbert-Ware (Miss A.). — Expériences sur la nourriture de la Chevèche (*Athene noctua*) en captivité..... 440
Kluijver (H. N.). — Le comportement de l'Étourneau, étudié sur des sujets bagués. 441
März (Rob.). — Le Grand-Duc sur l'Ile d'Aland..... 440
Pagliano (M. Th.). — Le comportement de l'Étourneau en Tunisie..... 441
Stemmler (Carl). — Les aigles en Suisse..... 440
Yeates (G. K.). — La vie du Freux..... 440

IV. DÉFENSE DES CULTURES.

Céréales.

Barnette (R. M.) et Camp (J. P.). — Premières expériences en Floride sur le traitement d'une chlorose du maïs par le sulfate de zinc..... 275
Germar (B.). — Essais de lutte contre le Charançon du blé au moyen de poudres... 275
Miles (G. F.). — Outillage et technique pour le poudrage des semences sur une grande échelle..... 441

Cultures industrielles.

Davis (A. C.) et Young (H. D.). — Fumigations au soufre pour la désinfection des champignonnières 119
Foëx (E.) et Burgevin (H.). — Nouvelles observations sur l'action du bore dans la maladie du cœur de la betterave 275
Johnson (L. R.). — Essai du chlorure mercurique pour le traitement préventif des pommes de terre de semence 442
Le Clerg (E. L.). — Essais de poudrages et de pulvérisations contre la Cercosporiose de la betterave à sucre dans le Minnesota méridional 119
Small (T.). — Protection des pommes de terre de semence contre le Mildiou 119
Stanley (W. M.). — Études chimiques sur le virus de la mosaïque du tabac. — IV. Effets de différents produits sur l'activité du virus 276
Stanley (W. W.) et Marcovitch (S.). — Emploi de l'arséniate de Calcium contre une Altise et un Sphyngide du tabac 276
Thornberry (H. H.). — Effet de l'acide tannique sur l'activité du virus causant la mosaïque du tabac 276

Cultures maraîchères.

Diamond (V. R.). — Emploi du fluosilicate de baryum contre le ver des choux, *Pieris Rapae* L. 277
Dietz (H. F.) et Zeisert (E. E.). — Efficacité de certaines poudres minérales contre les Coléoptères ravageurs des Concombres 120
Dingler (M.). — Biologie et procédés de destruction des animaux s'attaquant à l'asperge 119
Dingler (M.). — Lutte contre les animaux ennemis des asperges 277
Gasow (H.). — Contribution à l'étude de la lutte contre la mouche du chou, *Phorbia brassica* Bché au moyen de produits liquides ou d'épandage 277
Haenseler (C. M.). — Une nouvelle méthode de traitement contre la fonte des semis. 120
Howard (M. F.), Brannon (L. W.) et Mason (H. C.). — Emploi du derris et autres insecticides contre une chrysomèle du haricot 120
Petherbridge (F. R.) et Thomas (I.). — Nouveaux essais de lutte contre les altises dans les couches 442
White (W. H.). — Recommandations pour la lutte contre certains ennemis des légumes, des petits fruits et du tabac : élimination des résidus insecticides dangereux, sur les produits mis en vente 276

Arbres fruitiers.

Bouhelier (H.), de Francolini (J.) et Perret (J.). — Essais attractifs pour la destruction de *Ceratitis capitata* Wied 442
Chapman (B. J.) et Déan (R. W.). — Action larvicide de certaines bouillies mixtes contre une Tordeuse des arbres fruitiers 121
Cleveland (C. R.). — Essais en 1934 de nouveaux types d'huile de pétrole contre le Carpocapse 277
Dutton (W. C.). — Essais au verger du dinitro-orthocyclohexylphénol en solution dans l'huile de pétrole contre le puceron rose du pommier et le pou de San José. 442

FARRAR (M. D.) et KELLEY (V. W.). — Action sur les pommiers des traitements répétés avec émulsions d'huile 443

HALL (J. W.). — Traitements comparés de la Tavelure du pommier par les poudrages au soufre spécial et par la bouillie sulfocalcique 122

HARPER GRAY (R. A.) et BROOKS (H. C.). — Essais de pulvérisations contre le Byture du Framboisier 122

MARSHALL (J.). — Essais d'application de l'arséniate de calcium contre le carpocapse dans une région sèche 278

MOREAU (E.) et VINET (L.). — Service des recherches intéressant la production fruitière. 121

PAILLOT (A.). — Nouvelles expériences sur le traitement des poiriers et pommiers contre la Tavelure et le Carpocapse 278

PETHERBRIDGE (F. R.) et THOMAS (I.). — Traitement du prunier contre l'Hoplocampe (avec une note sur les dégâts sur des Thrips) 443

RÉGNIER (R.). — Des conditions d'efficacité des traitements contre le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) en Normandie 278

SCHOENE (W. J.) et JEFFERSON (R. O.). — Essais d'insecticides de contact sur les œufs de Carpocapse et d'une Pyrale du Pêcher 121

SMITH (R. H.) et PERSING (CH. O.). — Nouveau rapport sur l'emploi de la vapeur de nicotine contre le Carpocapse 278

STRONG (L. A.). — Memorandum sur les traitements recommandés contre le Carpocapse en 1934 121

WIESMANN (R.). — Résultats de trois ans de recherches en Suisse sur la biologie de la mouche des cerises, *Rhagoletis cerasi* L. et la manière de la combattre 279

Vigne et cultures méditerranéennes.

BURDETTE (R. C.). — Emploi des poudres de derris et des bouillies à l'arséniate de plomb + huile, contre la mineuse de la vigne, *Melittia satyriniformis* 122

CAMP (A. F.). — Emploi du sulfate de zinc sur les *Citrus* et résultats obtenus en Floride. 122

DULAC (J.). — Étude des conditions de la meilleure efficacité d'une bouillie anticryptogamique au sulfure de cuivre 123

HAAS (A. R. C.) et QUAYLE (H. J.). — La teneur en cuivre des feuilles et fruits de *Citrus* dans ses rapports avec l'exanthème et les dégâts des fumigations 123

Plantes d'ornement.

RICHARDSON (CH. H.). — Rapport sur la lutte chimique contre les Cochenilles blanches attaquant les Chrysanthèmes de serre 123

Généralités.

BODNAR (J.). — Modification de la teneur en nicotine dans les bouillies abandonnées à elles-mêmes 279

BOUSQUET (E. W.), SALZBERG (P. L.) et DIETZ (H. F.). — Nouveaux insecticides de contact dérivés des alcools gras 445

CANNERI (G.) et MAGINI (P.). — La roténone et les insecticides pour la maison 281

CARTER (R. H.). — Recherches des solvants pour l'élimination des résidus d'insecticides fluorés sur les fruits 279

CARTER (W.). — Émulsions d'huiles lourdes pour moteur Diesel utilisées comme insecticides 439

Cory (E. N.) et Langford (G. S.). — Les alcools sulfonés donnent des résultats encourageants en traitements insecticides 123

Dine (Van D. L.). — Mesures autres que les pulvérisations pour le contrôle des insectes nuisibles des vergers 443

Francolini (J. de). — Observations sur le pouvoir mouillant des bouillies antiparasitaires 445

Gross (C. R.) et Smith (C. M.). — Méthode colorimétrique pour le dosage du roténone. 124

Hensill (G. S.) et Hoskins (W. M.). — Facteurs intervenant dans le dépôt des produits de pulvérisations. — I. Effet de concentrations variées d'agents mouillants. 444

Hoskins (W. M.) et Wampler (E. L.). — Facteurs intervenant dans le dépôt des produits de pulvérisation. — II. Effet de la charge électrostatique sur le dépôt d'arséniate de plomb 444

Kagy (J. F.) et Richardson (Ch. H.). — Propriétés ovicides et «scalicides» de solutions de dinitro-o-cyclohexylphénol dans l'huile de pétrole 443

Kitchel (L.) et Hoskins (W. M.). — Intensité de la respiration chez la blatte, dans l'air, le gaz carbonique, les vapeurs de nicotine 280

Little (V. A.). — Nouvelles études sur *Cracca Virgiana* Linn 281

Maschtakow (S. M.) et Stratschitzky (H. I.). — Lésions causées aux plantes par les composés fluorés et fluosilicatés 280

Menzel (K. C.). — Recherches sur l'action nocive des bouillies cupriques 279

Neff (A.). — L'effet du fluor des eaux naturelles sur les dents des jeunes poissons. 124

Pilat (M.). — Recherches histologiques sur l'action des insecticides dans l'intestin des insectes 280

Popow (P. W.), Besub (K. E.) et Lebedewa (N. I.). — Toxicité de l'oxyde d'éthylène et du «gaz T.» 444

Potter (E.). — Rapport sur la constitution et l'emploi d'un extrait de pyrèthre dissous dans une huile blanche, pour la lutte contre *Plodia interpunctata* Hb. et *Ephestia Elutella* Hb. dans les entrepôts 280

Ressler (I. L.). — Découverte et importance croissante de l'aldéhyde formique, ses applications dans la désinfection des semences 124

IV. TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

Abeilles, 115, 117, 225, 342, 417.
Abricotiers, 263.
Acide cyanhydrique, 123.
Acide sulfurique 10.
Acrostalagmus Vilmorinii 145.
Adhésifs 31, 33, 35, 422.
Adonis, 132.
Ail, 426.
Alabouvette (L.), 383, 390, 393, 394.
Ananas, 264.
Anarsia lineatella, 438.
Anémones, 395.
Antagonisme, 271.
Anthonomes, 268, 410.
Anthracnoses, 21, 25, 103, 266.
Aphelinus mali, 413.
Aptérisme, 496.
Arbres d'alignement, 404.

Arnaud (G.), 399, 400, 401, 403.
Arséniates, 37, 38, 41, 120, 121, 122, 174, 175, 191, 196, 197, 198, 212, 225, 226, 231, 236, 242, 276, 409, 410, 414, 421, 433, 435, 436, 438, 444.
—— (dépôts), 175, 176, 421, 437.
Asperges, 119, 277, 395.
Avertissements agricoles, 182, 283, 386, 387, 388.
—— (Bordeaux), 288, 293, 300, 303, 312.
—— (Clermont-Ferrand), 288, 305, 319, 328.
—— (Montpellier), 293, 298, 310.
Avoine, 99, 258, 393, 396, 424.

Bactéries, 106, 109, 114, 264, 268, 270, 271, 397, 398, 403, 417.
Balachowsky (A.), 409, 411, 415, 416.
Barthelet (J.), 399, 400, 401, 403.
Bernon (G.), 402.
Betteraves, 119, 120, 275, 384, 399, 430.
Blattes, 280, 361, 414.
Blés, 1, 13, 100, 101, 105, 253, 259, 275, 333, 338, 382, 383, 384, 389, 390, 392, 396, 423, 424, 425.
—— (classification), 253, 423.
Bore, 275, 399.
Botrytis, 110.
Bouillie bordelaise, 4, 9, 23, 26, 27, 37, 40, 41, 45, 185, 279, 334, 336, 396, 399, 402, 410, 414, 415, 420,
Bouillie sulfocalcique, 23, 25, 26, 27, 122, 414, 435, 438.
Bouin (voir : *Fixations*).
Branas (J.), 285, 288, 293, 299, 309, 310, 327, 329, 402, 422.
Bruneteau (J.), 408.
Bupreste, 410, 412.
Burgevin (H.), 399.

Cabane (E.), 421.
Canard, 248.
Dindon, 248, 251.
Capus (J.), 286, 287, 291, 293, 300, 302, 327, 329.
Carie, 105, 396, 428.
Carpocapsa pomonella (voir: *Carpocapse*).
Carpocapse, 31, 32, 44, 48, 121, 159, 277, 278, 408, 433, 434, 435, 523.
—— (avertissements), 182.
—— (évolution), 180, 269, 388.
Carpocapse (parasites du), 171.
—— (traitements), 121, 177, 388, 409, 434, 435.
Cécidomyie, 270, 412.
Céleri, 404, 413.
Cercosporella herpotrichoïdes (voir: *Piétin*).
Cerisier, 268, 279, 400, 433.
Chaboussou (F.), 413.
Chaleur, 113, 253, 475.
Chancres, 264, 399, 400, 404.
Chappellier (A.), **191**, **241**, 417, 421.
Chaptal (L.), 381, 382, 385.
Charançons, 275.
Charbons, 99, 105, 429, 430.
Châtaignes, 403.
Chimère, 254.
Chlorose, 122, 275, 402.
Chlorures de cuivre, 4, 9, 396, 402, 414.
Choux, 123, 261, 277, 412, 426,
Chrysanthèmes, 123.
Chrysomèle, 120.
Ciboule, 426.
Citrus, 103, 108, 109, 122, 123, 257, 427.
Cochenilles, 121, 123, 415, 443.
Coléoptères, 120, 415.
Colletotrichum, 106.
Colorations (insectes), 343, 353, 355, 367, 372, 374.
Concombres, 120.
Cosmos, 113.
Courtilière, 117, 408.
Court-noué, 402.
Cousin (G.), 499.
Craquelures, 107.
Cryolithe, 38, 40, 43, 45, 47, 48, 122, 276, 409, 420, 436.
Cucurbitacées, 261,
Cyanamide, 261, 268, 408.

Dauphinelles, 140.
Défense des cultures, 118, 119, 121, 409.
Dégénérescences, 393, 398.
Delphinium Ajacis (voir: *Dauphinelles*).
—— *consolida* (voir : *Dauphinelles*).
Derris, 120, 122, 123, 124, 276, 281.
Désinfection, 113, 119, 120, 124, 253, 260, 268, 399, 408, 413.
Diehl (R.), 393, 394.
Dimorphisme, 469,
Dixmeras, 406.
Doryphore, 51, 86, 212, 227, 229, 231, 235, 241, 242, 245, 405, 407, 408.

Doryphore (insectes contre), 407.
—— (oiseaux contre), 241.
—— (reptiles contre), 248.
Ducomet (V.), 393, 394.
Dulac (J.), 422.
Dupoux (L.), 421.
Dupouy (R.), 421.
Duprez (R.), 415.

Electricité, 113.
Entomophages, 171, 413, 438.
Entomophytes, 127, 171, 271.
Ephestia, 468, 504, 507.
Euxoa segetum, 343, 351, 371, 416.

Fauvettes, 238.
Faux-hôtes, 526.
Feu sauvage, 398.
Fève, 96, 268.
Feytaud (J.) 405, 406, 414, 525.
Fixations (insectes), 343, 353.
Flétrissements, 110, 145, 397, 405, 429.
Fluor (voir: *Cryolithe*), 124, 175, 407.
—— résiduel, 47, 279.
Fluosilicates, 120, 122, 280, 407, 408, 414, 436.
Foëx (Et.), **1**, 334, 336, 338, 340, 396, 399.
Formol, 4, 9, 99, 120, 124, 334, 336, 343, 396, 399.
Fraisier, 261, 411.
Framboisier, 122, 264, 400.
François (L.), **125**, 395.
Friedberg (R.), 392, 393.
Froid, 383, 392, 438, 543.
Fron (G.), **333**.
Fusarium bulbigenum, 112.
—— *Callistephi*, 145, 405.
—— *Dianthi*, 110.
—— *Oxysporum*, 146, 397, 404, 405.

Galle verruqueuse, 254, 394.
Gaudineau (M.), **145**, 405.
Gelées, 382, 383, 385, 386.
Geslin (H.), 382, 383, 384, 386.
Gibberella, 259.
Gibier, 191, 220, 232, 421.
Godard (M.) 384.
Graphium, 109.
Grasserie, 115, 341.
—— (pseudo-grasserie), 343, 351, 376, 416.
Grêle, 386.
Grison (P.), 406.
Groseilliers, 400.
Giemsa (voir: *Colorations*).
Guinochet, 395.

Haricots, 106, 120, 404.
Helly (voir: *Fixations*).
Helminthosporium, 258, 260.
Hematoxyline (voir : *Colorations*).
Hormones, 106.
Huiles, 121, 122, 170, 173, 174, 277, 409, 410, 414, 415, 420, 436, 437, 443.
Humidité, 381, 382.
Hybridations, 100, 102, 256, 258, 425.
Hyponomeute, 411.

Immunité, 100, 117.
Insectes (bactéries sur), 270, 271.
—— (maladies à virus des), 341.
—— (nuisibles), 117, 118, 413.
—— (vecteurs), 107.

Joëssel (P. H.), **21**, **31**, 409, 421.
Jonard (P.) 392, 423.

Kalé (F.), **13**.
Kermès, 415.

Laitues, 426.
Lapins, 196, 209, 216, 237, 238.
Lapparent (P. de), 407, 414.
Laspeyresia pomonella (voir: *Carpocapse*).
Lavande, 412.
Lépidoptères, 272, 411, 414, 478, 495, 501.
Lièvres (voir: *Lapins*), 236.
Lilas, 264.
Lis, 104.
Lolium, 102.
Loque, 115.
Luzerne, 106, 394, 404.

Maïs, 105, 122, 259, 260, 275, 396, 406, 429, 524.
Mammifères nuisibles, 273, 274, 417.
Marcel (M.), 384.
Marchal (P.), **447**, 548.
Mauve, 255.
Melon, 21.
—— (anthracnose), 21, 25.
—— (oïdium), 21, 25, 28.
Méneret (G.), 390, 394.

Mesnil (L.), 411, 412.
Microptérisme, 492, 496.
Mineuses, 122, 271.
Moreau (L.), 288, 291, 307, 330.
Mosaïques, 264, 276, 431, 432.
Mouches des cerises, 433.
—— de l'asperge, 119.
Mouillants (voir: *Adhésifs*), 123, 407, 420, 444, 445.
Muflier, 112.
Mutations, 257.
Mycose, 377.

Narcisse, 112, 265.
Nématodes, 271, 413.
Nicotine, 120, 121, 122, 173, 277, 278, 279, 280, 414, 433, 434.
Nigelles, 136, 137.
Noctuelles, 503, 507.
Novius cardinalis, 413.
Noyers, 402, 403, 436.

Oeillets, 109, 110, 395, 413.
Oignons, 426, 430.
Oiseaux, 274, 417.
Oliviers, 103.
Ophiobolus graminis (voir: *Piétin*).
Orge, 253, 260, 392, 393, 396.
Orme, 109.
Osier, 413.
Oxyquinoléine, 4, 9, 23, 26, 333, 337, 338, 339.

Paillot (A.), 307, 330, **341**, 379, 406, 410, 414, 416, 417.
Palmier, 258, 264.
Panachures, 104.
Pébrine, 114.
Pêchers, 107, 121, 263, 400, 414, 415, 433.
Percher (M.), 388.
Perdrix, 207, 217, 226, 231, 236, 237, 242, 243, 249.
Permanganate de potasse, 23, 26.
*p*H, 14, 267.
Phalaris, 102.
Phénols, 443, 444.
Phytophthora, 119, 261, 262, 264, 266, 267, 268, 400, 403.
Phoma, 108.
Picard (F.), 474.
Pièges (appâts), 173, 437.
—— (bandes-pièges), 170, 172, 435, 443.
Piérides, 341, 416, 452, 480, 530.
Piétins, 1, 333, 334.
Pigeons, 247.
Pintades, 237, 247, 251.
Plantes adventices, 125, 395.
Pleospora, 107.
Poireaux, 414, 426.
Poirier, 39, 44, 45, 46, 47, 48, 96, 107, 108, 121, 257, 263, 268, 278, 387, 394, 399, 409, 410, 411, 415.
Pois, 103, 404, 427, 429.
Polyédrie, 365, 371, 377.
Pollen, 103.
Pollinisation, 256, 258.
Polythrincium, 106.
Pommes de terre, 51, 86, 88, 97, 119, 254, 267, 268, 393, 387, 405, 408, 431.
—— (Mildiou), 85.
Pommier, 37, 107, 122, 256, 257, 262, 263, 269, 278, 397, 388, 394, 409, 410, 411, 427, 434, 443.
Poule, 208, 246, 250.
Pourridié, 108.
Poutiers (R.), 524.
Prunier, 263, 443.
Puccinia glumarum, 13, 16, 389, 390.
—— *graminis*, 100, 259.
Pucerons, 261, 398, 410, 414, 415, 445.
Punaises, 390, 412.
Pussard (R.), 410.
Pyrale, 121, 406, 524.
Pyrèthre, 280.

Rapports des stations:
Amélioration des plantes, 389.
Climatologie, 381.
Défense des cultures, 420.
Entomologie et zoologie agricole, 405.
Pathologie végétale, 396.
Raucourt (M.), **51**, **191**, **241**, 421.
Ravaz (L.), 288, 290, 293, 300, 305, 330.
Régnier (R.), 408, 409, 411, 412, 418.
Reine-marguerite, 145, 267, 405.
Renoncule des champs, 126.
Rey (P.) 287, 288, 331.
Rhizoctone, 430.
Riz, 425.
Rosier, 264, 265, 267, 395.
Rot-brun, 107, 262, 263, 268.
Roténone, 281, 407, 412.
Rouilles, 13, 16, 100, 112, 259, 389, 390.

Sauge, 104.
Schad (Ch.), **283**, 305, 319, 331, 385, 387.
Scille, 273.
Sécheresse, 383.
Seigle, 105, 393, 425.
Septoria, 108, 109.
Servy (J.), 382, 383, 384.
Solanées, 53, 54, 56, 94, 97, 262, 398, 405, 406.
Solanine, 86, 98.
Soufre, 122.
Soulié (H.), **159**, 319, 323, 325.
Souty (J.), 288, 302, 304, 312, 315, 317, 385, 387, 402.
Spanandrie, 476, 493.
Suau (J.), 31, 409.
Suire (J.), 411.
Sulfate de zinc, 122, 175.
Sulfure de cuivre, 23, 26, 123.
Symbiose, 116, 117, 271.

Tabac, 255, 268, 276, 398, 399, 429, 432.
Tavelure, 31, 46, 48, 122, 182, 388, 399, 410.
Tétranyques, 433, 437, 445.
Thielavia, 429, 430.
Titard (A.), 395.
Tomates, 107, 261, 267, 399.
Tordeuses, 121, 433, 452, 525.
Trachéomycose, 147.
Trèfle, 101, 106, 394, 404.
Trichogrammes, 447.
Triticum (voir: Blé).
Trouvelot (B.), 51, 406, 421.
Tulipes, 110.

Valsa, 263.
Vanessa urticae, 116, 365, 416.
Ver à soie, 114, 115, 341, 342, 365, 366, 369, 371, 379, 417, 418, 419, 420.
Verse, 393.
Vert malachite, 24, 26.
Verticillium, 109, 111, 267, 404.
Viennot-Bourgin (G.), 409.
Vigne, 381, 385, 414.
—— (avertissements), 283, 306, 318, 324.
—— (mildiou), 283, 285, 310, 312, 316, 322, 386, 387, 388, 389, 401.
—— (parasites divers), 108, 122, 314, 328, 387, 388, 389, 402, 414, 421, 525.
Vinet (E.) (voir: Moreau).
Violette, 266, 270.
Virus sur insectes, 116, 341.
—— sur plantes cultivées 107, 261, 276, 398, 431, 432.

ERRATA.

Page 48. — Dernier paragraphe, *lire* : «Le pourcentage des fruits véreux...».

Page 118. — 2e analyse, *lire* : «Défense des cultures» (Pflanzenschutz)...

Page 257. — 15e ligne, *lire* : «Bellair (G.). — Les mutations en horticulture. (*Rev. hort.* 108e année, n° 3, p. 63, 16 mars 1936)», *au lieu de* : «Chasset (L.). — Variétés standard de poires. (*Rev. hort.* 108e année, p. 72-77, 1936.)»

Page 265. — 46e ligne, *lire* : «Cette maladie a été observée sur *Narcissus pseudo-narcissus* et *Narcissus tagetta;* elle s'est développée de façon particulière en 1930 et 1935. Elle est caractérisée par l'apparition, etc...».

Imprimerie Nationale. — J. 8427-36